



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра морских информационных систем

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
БАКАЛАВРА

На тему: «Обоснование требований к информационному обеспечению
технологических процессов на стадии изготовления комплектующих и постройки
образцов морской техники»

Исполнитель: Северов Алексей Александрович 

Руководитель: кандидат технических наук, доцент

Юдин Юрий Александрович 

«К защите допускаю»

и.о. заведующего кафедрой: _____ 

кандидат географических наук, доцент

Фокичева Анна Алексеевна

«14» 08 2017 г.

Санкт-Петербург
2017

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Факультет Информационных систем и геотехнологий

Кафедра «Морские информационные системы»

Допустить к защите

И.О. зав. Кафедрой МИС

А. Фокичева

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

«ОБОСНОВАНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ИНФОРМАЦИОННОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА СТАДИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПЛЕКТУЮЩИХ И ПОСТРОЙКИ ОБРАЗЦОВ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ»

Направление подготовки – 17.03.01 «Корабельное вооружение»

Профиль - «Морские информационные системы и оборудование»

Исполнитель:

Северов Алексей Александрович

Руководитель:

К.т.н., доцент

Юдин Юрий Александрович

Санкт-Петербург - 2017

СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМАТИКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЭТАПАМ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБРАЗЦОВ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ (PLM-системы)	9
1.1 Информационные системы поддержки этапов ЖЦ изделий.....	-
1.2 Экономическое обоснование внедрения современных информационных технологий в промышленное производство.....	17
Выводы.....	23
2 РАЗРАБОТКА ПЕРЕЧНЯ ЗАДАЧ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ИН- ФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА СТАДИЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОБСЛУЖИВАНИЯ ОБРАЗЦОВ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ (PLM- СИСТЕМЫ).....	24
2.1 Основная проблема построения АСУ для производства.....	-
2.2 Виртуальные предприятия.....	34
Выводы.....	38
3 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ВНЕДРЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛО- ГИЙ «CALS» И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УКАЗАН- НЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ОБРАЗЦАМ МОРСКОЙ ТЕХ- НИКИ (PLM-СИСТЕМЫ).....	41
3.1 Внедрение CALS-технологий.....	-
3.2 Стандарты CALS-технологий.....	49
3.3 Роль жизненного цикла при проектировании	54
Выводы.....	63
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	68
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	72

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

ИТ - информационные технологии

ОМТ - объект морской техники

ЖЦ - жизненный цикл

CALS(англ. - Continuous Acquisition and Lifecycle Support) - непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла изделий

САПР - система автоматизированного проектирования

АСУ - автоматизированная система управления

АС - автоматизированная система

ЖЦИ - жизненный цикл изделия

ИПИ - информационная поддержка изделий

CAD – (англ. - Computer-Aided Design) - Система автоматизированного проектирования

PLM(англ. - Product Lifecycle Management) - система управления жизненным циклом

АИТ - автоматизированные информационные технологии

PDM(англ. - Product Data Management) - система управления проектными данными

STEP (англ. Standard for Exchange of Product model data) - стандарт обмена данными модели изделия

IGES (Digital Representation for Communication of Product Definition Data) - цифровое представление для обмена данными определяющими продукт

ANSI (англ. American national standards institute) - Американский национальный институт стандартов

ВК - виртуальная корпорация

ПО - программное обеспечение

БД - база данных

КТ - контрольная точка

ИЭТР - интерактивное электронное техническое руководство

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. Производственный период определяет дальнейшее существование изделия, например, возможность его модернизации, развитие CALS технологий для этих стадий ЖЦ наиболее актуально. CALS – это технология интеграции различных АС со своими лингвистическим, информационным, программным, математическим, методическим, техническим и организационным видами обеспечения.

На протяжении многих десятилетий результатами интеллектуальной деятельности людей, и средством их информационного взаимодействия считалась бумажная документация. Миллионы людей заняты и по сей день ее созданием.

Во времена появления компьютеров создавались и применялись для создания технической документации разные системы САПР (Система Автоматизированного Проектирования) или АСУП (Автоматизированные Системы Управления Производством) предназначенные для того, чтобы создавать планы и отчеты о ходе производства. Однако вскоре стало понятно, что эти средства не оправдывают возложенные на них надежды. Так как проблема обмена информацией между участниками жизненного цикла изделия, перенос данных из одной АСУП в другую требует много труда и времени для перекодировки, которая в свою очередь может являться источником различных ошибок. Системы разных разработчиков не приспособлены к взаимодействию между собой. Кроме того, представления некоторой информации на бумаге, как например трехмерная модель сильно затруднена.

Но так как со временем изделия становятся сложнее, то соответственно возрастает объем технической документации. На данный момент их измеряют многотысячным количеством листов. Во время пользования бумажной документацией тяжело найти нужную информацию, либо задать

изменения в конструкции или технологии производства изделия. Появляется большое количество ошибок, для решения которых тратится много времени. И как результат – уменьшается результативность процессов создания, эксплуатации, обслуживания, производства и ремонта сложных изделий. Усложняется сотрудничество заказчиков и производителей при заключении контрактов. Тем более при поставках сложной техники. Для решения таких проблем понадобилось внедрение новых технологий. За основу такой идеи была взята информационная интеграция стадий жизненного цикла изделия, именно она и была взята за основу CALS. А смысл ее заключается в том, чтобы бумажная документация была заменена интегрированной информационной средой, которая будет охватывать все стадии жизненного цикла изделия.

Дело в том, что все автоматизированные системы взаимодействуют с формализованными информационными моделями, которые описывают само изделие, его технологии производства и использования. Такие модели находятся в интегрированной информационной среде в качестве информационного объекта. И если будет необходимость, то система может извлечь такую модель из интегрированной информационной среды для того чтобы можно было внести какие-нибудь изменения или создать новый объект. И после такого рода действий, результаты проделанной работы вернуть обратно в интегрированную информационную среду. Но для того чтобы все вышеперечисленное стало возможным, эти объекты и модели должны пройти процесс стандартизации.

Поэтому, для взаимодействия между всеми участниками жизненного цикла, как раз и нужна та самая интегрированная информационная среда. Именно в ней когда-либо созданная информация хранится, сохраняя целостность. И тогда такая технология будет повышать эффективность процессов жизненного цикла изделия.

Но при решении такой задачи мы столкнемся с проблемой, которая заключается в том, что создание нормативно-правовой базы будет затруд-

нено. Без этого электронные документы не будут юридически-легитимными, как например- бумажные документы.

В других странах, таких как США, Великобритания и др. уже существует своя, нормативно-правовая база, состоящая из международных стандартов ISO. И количество таких стандартов насчитывают сотнями и при этом документы насчитывают тысячи страниц. И для того чтобы разработать эти стандарты, правительства тех самых стран тратят колоссальное количество денег, которые насчитывают миллионы и даже миллиарды долларов.

Так как, при помощи CALS можно эффективно обмениваться электронными документами и данными, то можно выделить ряд преимуществ:

- Одновременная реализация тяжелых проектов несколькими рабочими группами, что уменьшает затраченное время на разработку;
- Взаимодействие между предприятиями, которые принимают участие в жизненном цикле изделий;
- Повышается качество изделий за счет сокращения допускаемых погрешностей;
- На всем протяжении жизненного цикла осуществляется информационная поддержка;
- Уменьшается количество бракованных изделий, которые претерпевают внесения изменений в конструкцию;
- Уменьшается время поставки на рынок новых изделий;
- Снижение затрат на дальнейшее обслуживание изделий;

В России технологии CALS не развиты на таком уровне как в западных странах.

И в ближайшие годы не произойдет никаких изменений, то это будет чревато негативными последствиями в области экономики, промышленного и научного развития страны. Продукция может стать просто неконкурентоспособной.

Так как мировой рынок может попросту отторгнуть продукцию, которая не имеет электронной документации и не обладающую средствами поддержки стадий жизненного цикла.

Использование CALS-технологий позволяет заказчику сократить стоимость заказа и дальнейшей его эксплуатации, учитывая, что стоимость поддержки наукоемкого изделия в работоспособном состоянии равна или превышает стоимость его приобретения. А так как производственный период определяет дальнейшее существование изделия, например, возможность его модернизации, развитие CALS-технологий для этих стадий ЖЦ наиболее актуально.

Данная работа является комплексной, структура работы приведена на рисунке 1.

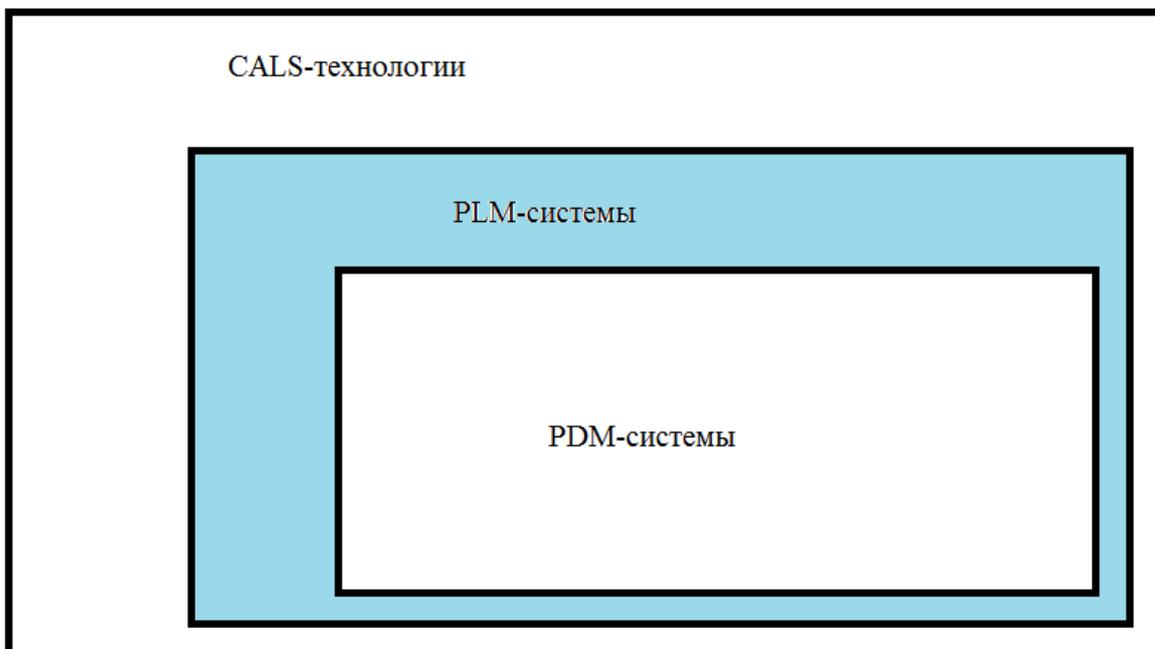


Рисунок 1 – структура комплексной работы

Объектами являются технологические процессы на стадии изготовления комплектующих и постройки образцов морской техники.

Предметом работы является информационное обеспечение технологических процессов на стадии изготовления комплектующих и постройки образцов морской техники.

Целью данной работы является разработка и обоснование требований к структуре и параметрам информационного обеспечения технологических процессов изготовления комплектующих и постройки образцов морской техники на базе технологий «CALS» (PLM-системы).

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **основные задачи**:

1. Провести анализ проблематики информационного обеспечения применительно к этапам жизненного цикла образцов морской техники на примере PLM-систем
2. Разработать перечень задач по совершенствованию информационного обеспечения на стадиях использования и обслуживания образцов морской техники применительно к PLM-системам
3. Обосновать предложения по внедрению информационных технологий «CALS» и оценить перспективы использования указанных технологий применительно к образцам морской техники на примере PLM-систем

1 АНАЛИЗ ПРОБЛЕМАТИКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЭТАПАМ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ОБРАЗЦОВ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ(PLM-СИСТЕМЫ)

1.1 Информационные системы поддержки этапов ЖЦ изделий

Основой любого, даже проектного решения, является процесс обработки информации. Поэтому, во многом определяют уровень и качество принимаемых проектных решений такие свойства информации, как полнота, своевременность и доступность. При этом, информация о работе ранее спроектированных и находящихся на разных этапах своих жизненных циклов изделий, имеет решающее значение для подтверждения правильности принятых ранее проектных решений и обнаруженные недостатки в процессе его использования по назначению, а также их устранение может рассматриваться как главные задачи нового проектирования. Таким образом, в основе успешного технического решения лежит информация об изделии на всех этапах его существования.

Современные информационные технологии, призванные обеспечить проектировщиков информацией, указанной выше, получили в настоящее время устойчивое развитие. Одной из таких технологий, в первую очередь, являются «Информационные системы поддержки этапов жизненного цикла изделий». Разработанные и реализованные ведущими компаниями-производителями такие системы позволяют им решать изложенные выше задачи для всех этапов жизненного цикла своих изделий в минимальные сроки и с высоким качеством, что способствует сохранению лидирующих положений на рынке аналогичных товаров.

Такие информационные технологии также призваны служить средством, объединяющим промышленные автоматизированные системы в единую многофункциональную среду. Целью этого объединения автоматизирован-

ных систем проектирования и управления является повышение эффективности создания и использования сложной техники, к которой относятся, например, корабли и суда, а также их энергетические установки и их составляющие.

Повышение эффективности процессов создания и использования сложной техники на всех стадиях ее жизненного цикла достигается за счет следующих основных составляющих:

Во-первых: повышается качество проектирования за счет более полного учета имеющейся информации, используемой при проектировании и принятии управленческих решений. Так, обоснованность решений, принимаемых в автоматизированной системе управления предприятием (АСУП), будет выше, если лицо, принимающее решение (ЛПР) и соответствующие программы АСУП имеют оперативный доступ не только к базе данных АСУП, но и к базам данных других автоматизированных систем (САПР, АСТПП и АСУТП). Следовательно, могут быть оптимизированы планы работ, содержание заявок, распределение исполнителей, выделение финансов и т.п. При этом под оперативным доступом следует понимать не просто возможность считывания данных из БД, но и легкость их правильной интерпретации, т.е. согласованность по синтаксису и семантике с протоколами, принятыми в АСУП. То же относится и к другим системам, например, технологические подсистемы должны воспринимать и правильно интерпретировать данные, поступающие от подсистем автоматизированного конструирования.

Во-вторых: сокращаются материальные и временные затраты на проектирование и изготовление комплектующих элементов и оборудования. Применение современных информационных технологий позволяет существенно сократить объемы проектных работ, так как описания ранее выполненных удачных разработок компонентов и устройств, многих составных частей оборудования, машин и систем, проектировавшихся ранее, хранятся в базах данных сетевых серверов, доступных любому пользователю. Появляются возможности параллельного выполнения сложных проектов несколькими рабо-

чими группами (параллельный инжиниринг), резкого сокращения количества ошибок и переделок, что приводит к уменьшению сроков реализации проектов и существенному повышению качества продукции. Доступность опять же обеспечивается согласованностью форматов, способов и руководств в разных частях общей интегрированной системы. Кроме того, появляются более широкие возможности для специализации предприятий, вплоть до создания виртуальных предприятий, что также способствует снижению затрат.

В-третьих: существенно снижаются затраты на эксплуатацию судов и их энергетических установок, благодаря реализации функций интегрированной логистической поддержки. Существенно облегчается решение проблем ремонтпригодности, интеграции продукции в различные системы и среды, адаптации к меняющимся условиям эксплуатации и т.п. Промышленные автоматизированные системы могут работать автономно, и в настоящее время так обычно и происходит. Однако эффективность автоматизации будет заметно выше, если данные, генерируемые в одной из систем, будут доступны в других системах, поскольку принимаемые в них решения станут более обоснованными. Для достижения должного уровня взаимодействия промышленных автоматизированных систем требуется создание единого информационного пространства не только в рамках отдельных предприятий, но и, что более важно, в рамках объединения предприятий. Единое информационное пространство должно обеспечиваться благодаря унификации, как формы, так и содержания информации о конкретных изделиях на различных этапах их жизненного цикла. Одним из возможных решений указанных проблем стало создание методологии компьютерного сопровождения и информационной поддержки промышленных изделий на всех этапах их жизненного цикла. Эта методология за рубежом получила название CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support). Расшифровывается как - непрерывная информационная поддержка жизненного цикла. Такие информационные системы являются одним из бурно развивающихся в последние десятилетия направления информационных технологий.

PLM-системы на стадиях жизненного цикла изделия. Применение PLM-системы позволяет создать контролируемую среду распространения информации, в которой можно сохранить все идеи и документы, которые в дальнейшем будут доступны по первому требованию строго определённым регламентами кругу лиц. Использование PLM-системы позволяет избавиться от ненужной дублирующейся информации.

Внесение в PLM-систему информации о более ранних разработках позволяет повторно использовать идеи, успешно зарекомендовавшие себя на предыдущих проектах.

Ведение бизнеса сейчас сопряжено с постоянным общением не только внутри компании, но и с партнёрами, поставщиками и даже клиентами, находящимися в разных концах не только одного города, страны, но и всего земного шара. Для технической поддержки изделия обеспечивается взаимодействие между географически распределёнными участниками жизненного цикла изделия, что становится неременным условием, с которым успешно справляется PLM-система.

PLM-система обеспечивает ещё одну важную функцию - сбор данных о функционировании изделия у заказчика. Можно видеть, как эксплуатируется изделие, в каких условиях, что при этом с изделием происходит, видны слабые места изделия - это бесценные данные, анализируя которые можно как улучшить обслуживание изделия, так и улучшить следующие версии самого изделия путём устранения соответствующих его недочётов, оптимизации тех или иных характеристик. На основе полученных данных можно предсказать сроки снижения функциональности и отказа тех или иных компонентов изделия и провести заблаговременное их обслуживание или замену. При утилизации изделия появляется возможность определить ценность тех или иных его компонентов и возможность их повторного использования. В результате - сокращение расходов на производство, использование и обслуживание изделия, сведение к минимуму времени его простоя в результате возможных отказов.

Жесткая конкуренция за получение заказов и широкие возможности в повышении эффективности организации процессов производства привели руководителей судостроительных компаний к необходимости удовлетворения противоречивых требований. Себестоимость и сроки строительства судов и кораблей должны быть снижены, но при этом качественные характеристики продукции должны удовлетворять всевозрастающим требованиям по обеспечению жизненного цикла корабля. Для сохранения конкурентоспособности требуются постоянные инвестиции для развития и совершенствования управления всего взаимосвязанного комплекса производственных процессов, условий создания корабля в виде системы процессы-персонал-технологии-законы. Рассматривая эту сложную систему с множеством прямых и обратных связей, нельзя не отметить, что нарушение любой из них неизбежно выводит систему из продуктивного равновесия. Развитые экономически страны аккуратно и бережно подошли к смене технологий управления, предварительно создав модели и описание бизнес-процессов, а затем подготовив людей и подправив законы в интересах производителя. Сегодня большая часть экономических субъектов развитых стран ориентированы в своей деятельности на развитие процессно-ориентированного управления всего цикла создания, эксплуатации своей продукции. Электронная поддержка процессов разработки изделия, его производства, сбыта, эксплуатации, сервисного обслуживания, модернизации, и, в конечном итоге, утилизации должна осуществляться на основе системного подхода. Такой подход предусматривается активно развивающейся концепцией использования CALS-технологий. Применение CALS-технологий в масштабах судостроительной промышленности РФ, создающей наукоемкую продукцию и, в первую очередь, продукцию военного назначения позволит:

- * Создать дополнительные возможности для ускорения модернизации кораблей.

- * Осуществить переход на безбумажную технологию проектирования, изготовления, сбыта и эксплуатации корабля.

* Повысить конкурентоспособность российского судостроения на мировом рынке за счет сокращения цены корабля, сокращения сроков вывода новых образцов техники на мировой рынок.

* Преобразовать существующие бизнес-процессы в высокоавтоматизированные и интегрированные процессы управления жизненным циклом корабля.

* Создать единое информационное пространство (ЕИП) и единые способы информационного взаимодействия заказчиков, поставщиков, экипажа и ремонтников корабля.

По мнению экспертов, 75% расходов в структуре себестоимости национального валового продукта кроется в организации управления ресурсами. Оптимизация этих расходов за счет процессной организации управления производством и перевода большинства процессов во взаимосвязанные процедуры, осуществляемые в реальном режиме времени, позволит высвободить до 60% расходов из структуры себестоимости промышленной продукции. Современные ИТ предоставляют такие возможности.

Исторически по ряду объективных и субъективных причин многие подсистемы САПР и АСУ создавались как автономные системы, не ориентированные на взаимодействие с другими АС. При этом каждая из АС успешно решает определенный круг задач отдельного этапа проектирования изделий или помогает принимать решения по отдельным этапам ЖЦИ. Но задачи взаимодействия АС разных производителей и их подсистем зачастую не рассматривались и не ставились. Языки и форматы представления данных в разных программах не были согласованными, например, данные конструкторского проектирования не отвечали требованиям к входным данным для программ проектирования технологических процессов.

Негативные последствия несогласованности лингвистического и информационного обеспечений разных АС наиболее выпукло проявляются при росте сложности систем, в проектировании которых задействовано несколько предприятий. Показательным примером является попытка в 80-е

годы создания в США системы стратегической оборонной инициативы. Стало очевидным, что без информационного взаимодействия разных АС и их подсистем эффективность автоматизации оказывается низкой, а создание многих современных сложных технических изделий – неразрешимой проблемой.

Таким образом, дальнейший прогресс в области техники и промышленных технологий оказался в зависимости от решения проблем интеграции АС путем создания единого информационного пространства управления, проектирования, производства и эксплуатации изделий. Ответом на возникшие проблемы стало создание методологии компьютерного сопровождения и информационной поддержки промышленных изделий на всех этапах их жизненного цикла. Эта методология и получила название CALS.

К основным целям CALS относится, прежде всего, создание принципиальной возможности дальнейшего технического прогресса по пути разработки и производства усложняющихся промышленных изделий. Но CALS позволяет повысить эффективность разработки и изготовления также большинства традиционных изделий, что выражается в повышении качества, в сокращении материальных и временных затрат как на проектирование и производство, так и на эксплуатацию изделий.

Первоначально CALS создавалась как совокупность методов и средств решения логистических задач, при этом аббревиатура «CALS» расшифровывалась как Computer Aided Logistics Systems. В дальнейшем сфера применения CALS расширилась и охватила все стороны информационной поддержки промышленных изделий, включая проектирование, управление предприятиями и технологическими процессами. Соответственно «CALS» получила новую интерпретацию и стала рассматриваться как Continuous Acquisition and Lifecycle Support. В качестве русскоязычного эквивалента CALS принято сокращение ИПИ – информационная поддержка изделий.

CALS в современном понимании. Существует и используется несколько толкований. В широком смысле слова CALS - это методология создания единого информационного пространства жизненного цикла промышленной продукции, обеспечивающего взаимодействие всех промышленных автоматизированных систем. В этом смысле предметом CALS являются методы и средства как взаимодействия разных АС и их подсистем, так и сами АС с учетом всех видов их обеспечения. Практически синонимом CALS в этом смысле становится термин PLM (Product Lifecycle Management), широко используемый в последнее время ведущими производителями АС.

CALS— это технология интеграции различных АС со своими лингвистическим, информационным, программным, математическим, методическим, техническим и организационным видами обеспечения.

К лингвистическому обеспечению CALS относятся языки и форматы данных о промышленных изделиях и процессах, используемые для представления и обмена информацией между АС и их подсистемами на различных этапах ЖЦИ. Информационное обеспечение составляют базы данных, включающие сведения о промышленных изделиях, используемые разными системами в проектировании, производстве, эксплуатации и утилизации продукции. В состав информационного обеспечения входят также серии международных и национальных CALS стандартов и спецификаций.

Программное обеспечение CALS представлено программными комплексами, предназначенными для поддержки единого информационного пространства этапов ЖЦИ. Это прежде всего системы управления документами и документооборотом, системы PDM, средства разработки интерактивных электронных технических руководств и некоторые другие.

Математическое обеспечение CALS включает методы и алгоритмы создания и использования моделей взаимодействия различных систем в CALS-технологиях. Среди этих методов, в первую очередь, следует на-

звать методы имитационного моделирования сложных систем, методы планирования процессов и распределения ресурсов.

Методическое обеспечение CALS представлено методиками выполнения таких процессов, как параллельное (совмещенное) проектирование и производство, структурирование сложных объектов, их функциональное и информационное моделирование, объектно-ориентированное проектирование, создание онтологий приложений.

Техническое обеспечение CALS определяется аппаратными средствами получения, хранения, обработки, визуализации данных при информационном сопровождении изделий. Взаимодействие разных частей виртуальных предприятий и систем, поддерживающих разные этапы ЖЦИ, происходит через линии передачи данных и сетевое коммутирующее оборудование. При этом широко используются возможности Internet и Web-технологий. Однако эти технические средства не являются специфическими для CALS.

Организационное обеспечение CALS, как правило, представлено различного рода документами, совокупностью соглашений и инструкций, регламентирующих роли и обязанности участников жизненного цикла промышленных изделий.

1.2 Экономическое обоснование внедрения современных информационных технологий в промышленное производство

По зарубежным данным, потери, связанные с несовершенством информационного взаимодействия с поставщиками, только в автомобильной промышленности США составляют порядка 1 млрд долл. в год. Аналогичные потери имеют место и в других отраслях промышленности. В тех же источниках указывается, что затраты на разработку реактивного двигателя GE 90 для самолета «Боинг-777» составили 2 млрд долл., а разработка новой модели автомобиля компании «Форд» стоит от 3 до 6 млрд долл. Это означает,

что экономия от снижения прямых затрат на проектирование только по двум указанным объектам может составить от 500 млн до 2,2 млрд долл. Как видим, внедрение CALS-технологий приводит к существенной экономии и получению дополнительной прибыли. Поэтому эти технологии и их отдельные компоненты широко применяются в промышленности развитых стран. Так, из числа 500 крупнейших мировых компаний, входящих в перечень «Fortune 500», почти 100% используют такой важнейший компонент CALS, как средства PDM (Product Data Management — «управление данными об изделии»). Среди предприятий с годовым оборотом свыше 50 млн долл. такие системы используют более 80%. В связи с большими объемами ожидаемой экономии и дополнительных прибылей в эту сферу привлекаются значительные инвестиции, измеряемые миллиардами долларов. По данным зарубежных источников, инвестиции правительства США в сферу CALS-технологий составляют около 1 млрд долл. в год. Затраты других стран меньше, однако, например, правительство Финляндии затратило на национальную программу в этой области свыше 20 млн долл., и примерно такую же сумму (около 25 млн долл.) вложили частные компании. Корпорация General Motors в течение 1990—1995 годов израсходовала на эти цели 3 млрд долл. Средние затраты на один проект, посвященный решению локальной задачи в области CALS-технологий (например, разработка стандарта или программы), составляют 1,2—1,5 млн долл. при среднем сроке выполнения от двух до четырех лет.

Ситуация на мировом рынке коммерческого и военного судостроения характеризуется высокой глобальной конкуренцией и большой избыточностью. Верфи, которые не в состоянии быстро перестраивать свою работу под запросы рынка, теряют свои позиции. Лидирующее положение в шестидесятые годы по коммерческому судостроению занимала Швеция, тогда как в Южной Корее судостроения вообще не было. Другим ярким примером может служить Англия: сегодня из 16 верфей осталось только 4. В то же время известные верфи Южной Кореи вышли на первое место благодаря целенаправленной политике реинжиниринга бизнес-процессов и широкого внедрения

ИТ. Польские судостроители достигли срока нахождения судна среднего водоизмещения на стапеле до двух недель. Об аналогичных достижениях российских судостроительных предприятий в ближайшей перспективе пока говорить не приходится.

В международных стандартах ИСО-9000: 2000 процесс формулируется как «любая деятельность или совокупность деятельности, в которой используются ресурсы для преобразования входов в выходы». Таким образом, процесс в организации – это действие плюс объект, в отношении которого совершается действие, начало и окончание действия (рисунок 2).

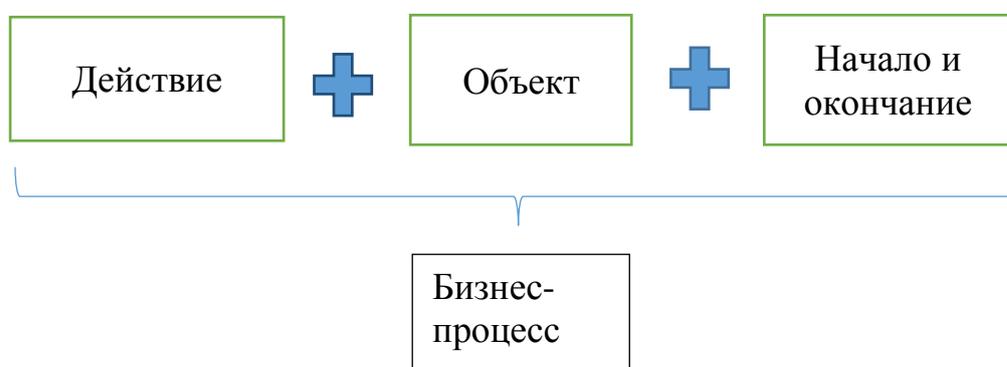


Рисунок 2 - Представление процесса в организации

CALS-технологии и PLM-системы в частности, позволяют ускорить бизнес-процессы, сократив время от начала действия, до его завершения.

Необходимость внедрения информационных технологий обеспечения ЖЦ. В дословном переводе аббревиатура CALS означает "непрерывность поставок продукции и поддержки ее жизненного цикла". Первая часть определения - "непрерывность поставок продукции" требует и подразумевает оптимизацию процессов взаимодействия заказчика и поставщика в ходе разработки, проектирования и производства сложной продукции, срок жизни которой, с учетом различных модернизаций, составляет десятки лет. Для обеспечения эффективности, а также сокращения затрат средств и

времени, процесс взаимодействия заказчика и поставщика должен быть действительно непрерывным. Вторая часть определения CALS - "поддержка жизненного цикла" - заключается в оптимизации процессов обслуживания, ремонта, снабжения запасными частями и модернизации. Поскольку затраты на поддержку сложного наукоемкого изделия в работоспособном состоянии часто равны или превышают затраты на его приобретение, принципиальное сокращение "стоимости владения" обеспечивается инвестициями в создание системы поддержки ЖЦ.

Предметом CALS являются технологии информационной интеграции, то есть совместного использования и обмена информацией об изделии (продукте), среде и процессах, выполняемых в ходе жизненного цикла продукта.

Основой CALS является использование комплекса единых информационных моделей, стандартизация способов доступа к информации и ее корректной интерпретации, обеспечение безопасности информации, юридические вопросы совместного использования информации (в том числе интеллектуальной собственности), использование на различных этапах ЖЦ автоматизированных программных систем, позволяющих производить и обмениваться информацией в формате CALS.

Иногда термин CALS, отождествляется с различными Автоматизированными Системами Управления (АСУ) и компьютерными технологиями вообще. CALS, в отличие от ИАСУ и АСУП, охватывает все стадии ЖЦ, в соответствии с рисунком 3.

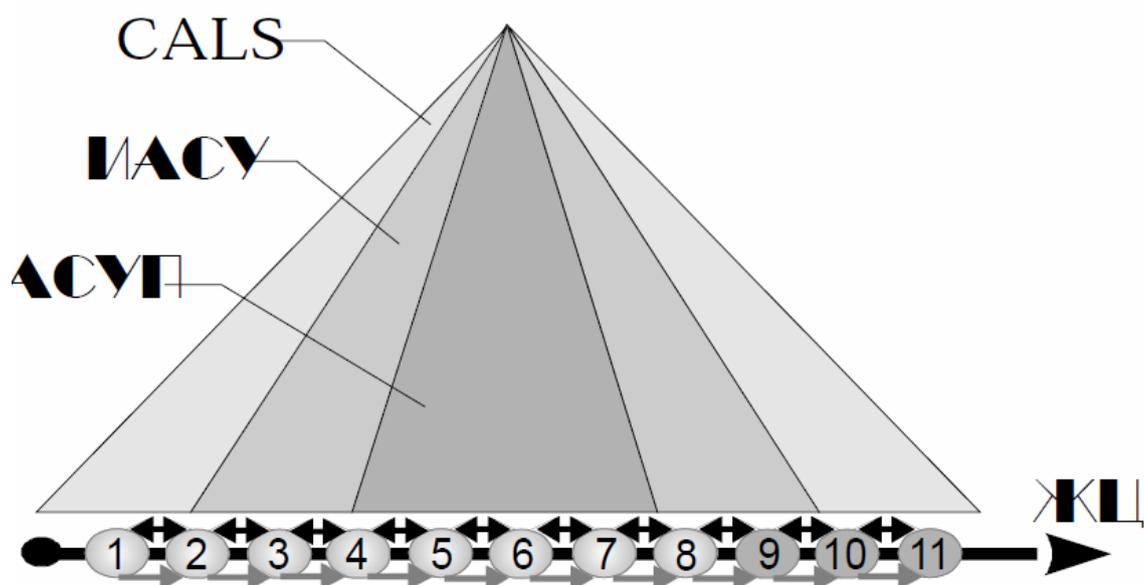


Рисунок 3 - Позиционирование АСУП, ИАСУ и CALS-систем внутри жизненного цикла продукта

Информационное взаимодействие субъектов, участвующих в поддержке ЖЦ, должно осуществляться в едином информационном пространстве (ЕИП). Для разрушения коммуникационных барьеров и реализации концепции CALS необходимо создать ЕИП для всех участников ЖЦ изделия (в том числе и для эксплуатационников). ЕИП должно:

- накапливать всю информацию об изделии;
- быть единственным источником данных о нем (прямой обмен данными между участниками ЖЦ исключен);
- формироваться на основе международных, государственных и отраслевых стандартов.

ЕИП создается с помощью программно-аппаратных средств, уже имеющихся у участников ЖЦ. В условиях отечественного производства лучше организовывать ЕИП в два этапа:

I этап - автоматизация отдельных процессов ЖЦ изделия и представление данных на них в электронном виде;

II этап - интеграция автоматизированных процессов и относящихся к ним данных.

ЕИП может быть создано для структур разного уровня: от отдельного подразделения до предприятия или корпорации.

В основе концепции ЕИП лежит использование открытых архитектур, международных стандартов и апробированных коммерческих продуктов обмена данными. Стандартизации подлежат форматы представления данных, методы доступа к данным и их корректной интерпретации. Стандарты являются основным элементом CALS.

Информационная интеграция базируется на использовании:

- информационной модели ЖЦ продукта и выполняемых в его ходе бизнес-процессов;
- информационной модели продукта;
- информационной производственной и эксплуатационной среды.

Следовательно, рассмотрев данный параграф, можем выделить основные задачи, решаемые CALS технологиями:

Методы функционального моделирования, например, с успехом могут быть использованы при создании систем обеспечения качества продукции. В этом случае в качестве функциональной модели могут быть описаны функции системы обеспечения качества продукции, регламентированных стандартами ISO серии 9000. Разработанная функциональная модель позволяет выявить логические ошибки, допущенные при построении системы обеспечения качества, уточнить распределение полномочий и ответственности, автоматически генерировать отчетные документы по структуре системы. Функциональная модель системы качества продукции описывает сеть процессов обеспечения качества продукции и их интерфейсы, связанные с ними обязанности, полномочия, процедуры и ресурсы, распределение обязанностей и полномочий подразделений и персонала предприятия. При моделировании системы качества также используются информационные модели.

Выводы. Многие подсистемы САПР и АСУ создавались как автономные системы, не ориентированные на взаимодействие с другими АС. При этом каждая из АС успешно решает определенный круг задач отдельного этапа проектирования изделий или помогает принимать решения по отдельным этапам ЖЦИ. Но задачи взаимодействия АС разных производителей и их подсистем зачастую не рассматривались и не ставились. Языки и форматы представления данных в разных программах не были согласованными, например, данные конструкторского проектирования не отвечали требованиям к входным данным для программ проектирования технологических процессов.

Стало очевидным, что без информационного взаимодействия разных АС и их подсистем эффективность автоматизации оказывается низкой, а создание многих современных сложных технических изделий – неразрешимой проблемой.

Таким образом, дальнейший прогресс в области техники и промышленных технологий оказался в зависимости от решения проблем интеграции АС путем создания единого информационного пространства управления, проектирования, производства и эксплуатации изделий. Ответом на возникшие проблемы стало создание методологии компьютерного сопровождения и информационной поддержки промышленных изделий на всех этапах их жизненного цикла. Эта методология и получила название CALS.

Технологии CALS включают в себя PLM-системы, которые важны для производства. Они значительно упрощают производство, удешевляют и ускоряют его, произведенную без применения CALS-технологий продукцию, в данном случае – суда и их комплектующие, просто не получится реализовать.

Но PLM-технологии упрощают не только производство изделий, но и их обслуживание вплоть до утилизации. Существенно облегчается решение проблем ремонтпригодности, интеграции продукции в различные системы и среды, адаптации к меняющимся условиям эксплуатации и т.п.

2 РАЗРАБОТКА ПЕРЕЧНЯ ЗАДАЧ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА СТАДИЯХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОМПЛЕКТУЮЩИХ И ПОСТРОЙКИ ОБРАЗЦОВ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ (PLM-СИСТЕМЫ)

2.1 Основная проблема построения АСУ для производства и её решение

Развитие CALS-технологий должно привести к появлению так называемых виртуальных производств, в которых процесс создания спецификаций с информацией для программно управляемого технологического оборудования, достаточной для изготовления изделия, может быть распределён во времени и пространстве между многими организационно-автономными проектными студиями. Среди достижений CALS-технологий — лёгкость распространения передовых проектных решений, возможность многократного воспроизведения частей проекта в новых разработках и др.

Построение открытых распределённых автоматизированных систем для проектирования и управления в промышленности составляет основу современных CALS-технологий. Главная проблема их построения — обеспечение единообразного описания и интерпретации данных, независимо от места и времени их получения в общей системе, имеющей масштабы вплоть до глобальных. Структура проектной, технологической и эксплуатационной документации, языки её представления должны быть стандартизированными. Тогда становится реальной успешная работа над общим проектом разных коллективов, разделённых во времени и пространстве и использующих разные CAD/CAM/CAE-системы. Одна и та же конструкторская документация может быть использована многократно в разных проектах, а одна и та же технологическая документация — адаптирована к разным производственным условиям, что позволяет существенно сократить и удешевить общий цикл

проектирования и производства. Кроме того, упрощается эксплуатация систем.

Для обеспечения информационной интеграции CALS использует стандарты IGES и STEP в качестве форматов данных. В CALS входят также стандарты электронного обмена данными, электронной технической документации и руководства для усовершенствования процессов.

Стандарты IGES и STEP. При помощи IGES, в CAD можно передавать модели круговых диаграмм, каркасов моделей, поверхностей любой формы или представления сплошных моделей. Приложения, поддерживающие IGES, включают в себя инженерную графику, аналитические модели и прочие производственные функции.

Проект IGES был начат в 1979 г. группой CAD-пользователей и поставщиков, при поддержке Национального института стандартов и технологий США и Министерством обороны США. Название тщательно выбиралось, чтобы избежать любых намеков на стандарты баз данных конкурировавших поставщиков CAD-систем. С 1988 г. Министерство обороны потребовало, чтобы вся цифровая производственная информация продуктов для оружейных систем (инженерная графика, диаграммы и прочее) была переведена в IGES формат. В дальнейшем любые поставщики программного обеспечения, желавшие предложить свой продукт Министерству Обороны США и его партнерам, должны были организовать поддержку чтения и записи файлов формата IGES. Являющийся ANSI-стандартом с 1980 г., IGES сгенерировал достаточно данных, чтобы заполнить ими хранилища с кассетами и CD-дисками цифровой Производственной Информации для автомобильной, аэрокосмической и судостроительной индустрий, а также для систем вооружения начиная с систем управления ракетами типа Трайдент и заканчивая целыми авианосцами. Эти части моделей должны были использоваться еще много лет, после того, как авторы изначального дизайна вышли из бизнеса, и IGES-файлы будут давать возможность доступа к этим данным еще десяти-

летия. Сегодня плагины для браузеров поддерживают просмотр IGES-файлов, созданных 20 лет назад, из любой точки мира. После первого релиза STEP (Стандарт STEP ISO 10303) в 1994 г., интерес к дальнейшей разработке IGES угас, и версия 5.3 (1996) была последним выпущенным стандартом. Десять лет спустя, STEP выполнила своё обещание заменить IGES, оставшийся самым широко используемым стандартом взаимодействия.

STEP - совокупность стандартов ISO 10303 используемая в САПР. Позволяет описать весь жизненный цикл изделия, включая технологию изготовления и контроль качества продукции. Является основным конкурентом стандарта IGES. В последнее время вытесняет его благодаря более широким возможностям хранения информации.

PDM-системы. Одной из основных проблем, с которыми приходится сталкиваться, когда автоматизация ограничивается только конструкторской службой на основе САПР, является длительная подготовка проектной документации. Структура всего производственного процесса предполагает последовательное прохождение следующих этапов обработки информации:

- поступление нового заказа;
- проектирование, создание комплекта конструкторской документации;
- разработка технологического процесса;
- передача конструкторской документации на производство (технологу) для планирования изготовления изделия и оценки его стоимости;
- обработка конструкторской документации для формирования заявок на приобретение деталей и комплектующих изделий;
- закупка комплектующих изделий;
- производство или сборка изделий.

Начальные этапы, а именно: проектирование и разработка технологического процесса без использования специализированного программного обеспечения, – являются последовательными, а не проходят одновременно.

При этом изготовление проектной документации занимает значительное время. Приходится ждать готовности полного комплекта конструкторской документации. Во время производства технологи зачастую меняют состав конструкторских сборок под технологический процесс изготовления узлов и деталей. Изменения конструкторской документации могут составлять 10–20%. Технологическая база данных связана с маршрутами изготовления, а в конструкторской документации информация о них отсутствует. И так как планирование опирается на маршруты и использование данных технологического состава, возникают нестыковки с обеспечением материалами и изготовлением узлов и деталей. Попытки преждевременного запуска проектов в производство, неполная проектная и конструкторская документация без учетной системы нередко приводят к путанице и неразберихе. Технология обработки информации без использования PDM-систем рассчитана только на готовые комплекты конструкторской документации.

С ростом масштабов производства появляется задача оперативного информационного обеспечения и координации всех участников проектирования и изготовления изделий. Необходимо, чтобы технолог уже на стадии конструкторского проектирования подключался к этому процессу. Для этого ему нужны 2-D, 3-D модели, конструкторская документация и как раз эту информацию он получает из PDM.

Система управления данными об изделии (PDM) - это инструментальное средство, которое помогает администраторам, конструкторам, инженерам, технологам и другим специалистам управлять как данными, так и процессами разработки изделия на современном производственном предприятии или в группе предприятий-смежников. Системы PDM следят за большими, постоянно обновляющимися массивами данных и инженерно-технической информации, необходимыми на этапах проектирования, производства или строительства. Системы PDM обобщают такие технологии, как управление инженерными данными, управление документами, управление информацией об изделии, управление техническими данными, управление изображениями,

и другие системы, которые позволяют всесторонне определить и управлять конкретным изделием.

PLM-системы. PLM-системы, управляющие жизненными циклами продуктов в целом, предоставляют более «широкий» функционал и, собственно, включают в себя PDM. Управление изделиями — ключевой, но не единственный блок Product Lifecycle Management, и в разнице возможностей и состоит их принципиальное различие. PLM предоставляет много дополнительных «опций» — например, создание схем утилизации отходов производства — и несколько иной взгляд на бизнес.

В систему управления жизненными циклами продуктов включают модули:

- исследования рынка;
- проектирования, планирования, создания продуктов и рабочих процессов;
- закупки сырья, производства, проверки изделий;
- упаковки, хранения, продаж;
- технической и эксплуатационной поддержки;
- обеспечения взаимодействия между различными системами, интеграции их в общее информационное поле;
- утилизации и так далее.

Учет этапов цикла дает возможность предприятию комплексно уменьшать издержки производства, объединить все сложные процессы. Поэтому использование PLM-систем актуально для многооперационных предприятий в отрасли машиностроения, информационной сфере и так далее. Они помогут отслеживать каждый экземпляр или выпущенный продукт, учесть разнообразные требования. Если же нужно внедрить механизм управления изделиями в существующую среду или нет необходимости в масштабных комплексных решениях, можно ограничиться PDM-решением.

Управление данными в информационном пространстве, едином для различных автоматизированных систем, возлагается на систему управления жизненным циклом продукции — PLM. Технологии PLM объединяют методики и средства информационной поддержки изделий на протяжении всех этапов жизненного цикла изделий. Характерная особенность PLM — обеспечение взаимодействия как средств автоматизации разных производителей, так и различных автоматизированных систем многих предприятий, то есть технологии PLM (включая технологии CPC) являются основой, интегрирующей информационное пространство, в котором функционируют САПР, ERP, PDM, SCM, CRM и другие автоматизированные системы многих предприятий.

Применение PLM-системы позволяет создать контролируемую среду распространения информации, в которой можно сохранить все идеи и документы, которые в дальнейшем будут доступны по первому требованию строго определённого регламентами кругу лиц. Ещё один положительный эффект: использование PLM-системы позволяет избавиться от ненужной дублирующейся информации.

PLM-система обеспечивает ещё одну важную функцию - сбор данных о функционировании изделия у заказчика. Вы видите, как эксплуатируется изделие, в каких условиях, что при этом с изделием происходит, видите слабые места изделия - это бесценные данные, анализируя которые можно как улучшить обслуживание вашего изделия, так и улучшить следующие версии самого изделия путём устранения соответствующих его недочётов, оптимизации тех или иных характеристик. На основе полученных данных можно предсказать сроки снижения функциональности и отказа тех или иных компонентов изделия и провести заблаговременное их обслуживание или замену. Наконец, при утилизации изделия появляется возможность определить ценность тех или иных его компонентов и возможность их повторного использования. В результате - сокращение расходов на производство, использование и

обслуживание изделия, сведение к минимуму времени его простоя в результате возможных отказов.

Процессы производства и поддержки изделия зачастую представляют собой одни и те же повторяющиеся действия. Без автоматизированной системы, контролирующей подобные процессы, их протекание может идти не так быстро: исполнитель может что-то напутать, использовать неверные данные, а то и вовсе забыть сделать тот или иной шаг. Отсутствие при этом обратной связи с исполнителем не позволяет руководителю увидеть состояние процесса и оперативно среагировать. PLM-система позволяет описать регламент бизнес-процесса, а затем и осуществляет автоматический контроль его исполнения. Исполнитель получает точные инструкции, что и как нужно сделать, получает необходимые для этого документы, а главное - ему не нужно думать, кому передать процесс дальше - PLM-система сама подберёт нужного человека, руководствуясь единожды созданными правилами. Но даже в том случае, если процесс по каким-либо причинам застопорился, руководитель имеет возможность заметить это - PLM-система подскажет ему, что на том или ином этапе есть задержка - и оперативно отреагировать. Как результат - уменьшение времени прохождения процесса, увеличение продуктивности предприятия.

Ещё одно сильное место PLM-системы - отчёты. Зачастую при изготовлении отчёта вручную требуется немало времени, чтобы собрать и проанализировать информацию из разных файлов, типов данных. PLM-система берёт на себя эту задачу. Специализированные модули сами отыскивают необходимые данные по заданным параметрам и изготавливают отчёт в том виде, который нужен. Помимо текущего положения дел, на основании имеющихся данных PLM-система может показать и то, что может произойти при принятии того или иного решения, что значительно снижает риски.

Состав PLM-системы. PLM-система - это сложный программный комплекс, состоящий из нескольких взаимосвязанных компонентов. Сердцем PLM-системы являются сервера метаданных, обеспечивающие всю логику

работы системы. Они собирают, хранят и обрабатывают данные о файлах, изделиях, пользователях и т.д. Отдельно существуют файловые сервера, на которых находятся электронные версии документов, хранящихся в PLM-системе. Как только тот или иной документ помещается в PLM-систему, сам он попадает на файловый сервер, а информация о нём попадает на сервер метаданных. В дальнейшем, при запросе документа, сервер метаданных проверяет, можно ли выдать тот или иной документ запросившему лицу, и если он обладает достаточными правами, копия документа нужной версии будет отправлена этому пользователю из файлового сервера. Стоит отметить, что на файловом сервере хранятся все версии документов, помещённых в PLM-систему, потому поиск архивных копий того или иного документа не вызывает сложностей; более того, поисковая система сервера метаданных облегчит нахождение нужной версии документа, ограничив поиск по дате, создавшему пользователю или отдельным атрибутам.

Помимо серверной, существует и клиентская часть PLM-системы. Как правило, это набор модулей, выполняющих ту или иную задачу на компьютере пользователя. Наиболее часто эти модули осуществляют интеграцию PLM-системы с различными приложениями (CAD-программами, офисными пакетами и т.п.). Подобные модули позволяют не выходя из привычных пользователю программных продуктов напрямую общаться с PLM-системой интуитивно понятным образом, брать из PLM-системы данные и документы для редактирования и помещать изменённые документы обратно. При этом PLM-система заботится о том, чтобы оповестить других участников процесса о том, что документ взят для редактирования другим пользователем, и предложить им обновлённую версию документа, когда таковая появится.

PLM-системе не обойтись без модуля, осуществляющего управление бизнес-процессами. Описав бизнес-процессы, происходящие на предприятии, можно возложить на PLM-систему задачу отслеживания, когда, кому и какой документ и/или данные должны быть доставлены для успешного выполнения той или иной задачи. PLM-система отследит задержки при выполнении тех

или иных задач и оповестит об этом руководителя процесса, что позволит ему проанализировать и устранить узкие места процессов. Поскольку описание бизнес-процесса, по сути, есть документ, то его версии также хранятся в PLM-системе, что позволяет легко просмотреть предыдущие варианты описаний бизнес-процессов, проанализировать их и принять верное решение о том, как, в случае проблем, описание бизнес-процесса (и, как результат, сам бизнес-процесс) нужно перестроить.

Ещё один тип модулей - генераторы отчётов. По данным, хранящимся в PLM-системе на сервере метаданных, они генерируют всевозможные отчёты регламентированных видов на стандартных бланках. При обновлении структуры изделия можно автоматически построить новый отчёт. Опять же, поскольку отчёт - документ, все его версии можно найти в PLM-системе.

На многих предприятиях есть программное обеспечение, с которым PLM-система не интегрирована по умолчанию, но данные из которого имело бы смысл в ней хранить. PLM-система обязательно имеет инструментарий разработчика (SDK), позволяющий разработчикам подобной программы организовать взаимодействие их системы с PLM-системой по тем или иным правилам.

Принято выделять шесть основных ключевых задач работы PLM в рамках ведения продукта от разработки до утилизации:

- управление данными о продукте
- управление жизненным циклом основного средства
- управление программами и проектами
- сотрудничество на протяжении жизненного цикла продукта
- управление качеством
- охрана окружающей среды и труда, производственная медицина

Управление данными о продукте. Данные о продукте занимают значительную часть в общем объеме информации, используемой на протяжении жизненного цикла изделия. На основе этих данных решаются задачи производства, материально-технического снабжения, сбыта, эксплуатации и ре-

монта. Как видно из практики, даже частичное электронное представление сокращает сроки производства изделия в полтора раза и приводит к уменьшению затрат на 50-80%. Согласно ключевому стандарту CALS-технологий ISO 10303 необходима гармонизация терминологии, типов, видов документов, форматов их электронного представления, протоколов работы с ними, средств защиты от несанкционированного доступа.

Управление жизненным циклом оборудования. PLM-решение помогает предприятиям при планировании, эксплуатации, техническом обслуживании и замене оборудования, обеспечивая им возможность достижения более высокого уровня контроля и точности работы оборудования. Управление жизненным циклом оборудования подразумевает целый ряд функций, направленных на улучшение работы в целом, обеспечение бесперебойного цикла производства и т.д.

Программно-проектное управление. Данная функциональная область предоставляет информацию для принятия стратегического решения по производимой продукции. Для эффективного управления проект должен быть хорошо структурирован – разбит на увязанные между собой пакеты работ, что позволяет контролировать бюджет изделия, планировать необходимые мощности, управлять коммуникационными потоками.

Поддержка взаимодействия. Увеличение эффективности разработки продукта позволяет значительно сократить его себестоимость, и, тем самым, повысить конкурентоспособность. Тесная интеграция процессов проектирования, производства, сбыта и обслуживания повышает эффективность вывода нового продукта на рынок за счет обеспечения незамедлительной и непрерывной обратной связи на протяжении всех этапов разработки.

Управление качеством. Возросшая конкуренция привела к заметному ужесточению требований, предъявляемых потребителем к качеству продукции. Чтобы сохранить конкурентоспособность и вести экономическую деятельность без убытков, необходимо применять эффективные и результативные системы контроля качества на всех этапах жизненного цикла продукта.

Этот аспект достаточно широк, он включает в себя маркетинг, проектирование и разработку технических условий, материально-техническое снабжение и закупку, разработку производственных процессов, собственно производство, контроль испытаний, сертификацию, монтаж, эксплуатацию, техобслуживание и утилизацию. PLM-системы помогают решать задачи такого рода с большим эффектом.

Соблюдение требований охраны природы. PLM-системы, помимо всего прочего, должны включать в себя компоненты, призванные снизить затраты, минимизировать риски и учесть требования регулирующего законодательства, что способствует сохранению положительной репутации компании в глазах общественности, расширяет возможности по повышению квалификации персонала за счет поддержки обмена информацией в рамках всей организации. Кроме того, применение таких приложений в системе PLM-решения значительно снижает время на заполнение бланков предписаний по технике безопасности.

2.2 Виртуальные предприятия

Виртуальное производство. PLM-системы позволяют удовлетворить возникшие потребности, в определенной степени. Помимо этого, на базе современных информационных технологий, создаются системы реорганизации существующих организаций и принципиально новые типы организаций - виртуальные. На данный момент широко обсуждается вопрос о появлении нового вида продукции, получившей название виртуальной. Эта продукция (или услуги) может создаваться благодаря последним достижениям в области обработки информации, организационной динамики и развития производственных систем. Производство такой продукции возможно в любое время, в любом месте и в неограниченном количестве вариантов моделей и форматов. Идеальный виртуальный продукт - это то, что производится моментально и

адресно, по требованию заказчика. Единым плюсом этой продукции является то, что она оплачивается потребителем мгновенно. Большую значимость для потребителей имеет не только виртуальная продукция, но и появление корпораций нового типа, предназначенных для производства такого типа продукции.

Виртуальные корпорации и их связь с CALS-технологиями. Существующие барьеры на пути вступления в передовые отрасли, такие как электроника, автомобилестроение, затрудняют самостоятельное вхождение в рынок новых конкурентов. Объединение организаций привело к появлению так называемой сетевой организации. Это позволило ее участникам разделить риск, связанный с затратами на открытие новых производственных линий, выпуск новой продукции, проведение организационных изменений, обновление внутриорганизационных процессов в соответствии с темпом технологических изменений. В свою очередь, масштабы стратегических союзов, субподрядных соглашений, децентрализация в принятии решений сделали бы крупные корпорации неуправляемыми без настоящего уровня развития компьютеров и телекоммуникационных сетей. Это как раз тот случай, в котором организационные изменения индуцировали направления технологического развития. Именно из-за сетевых нужд больших и малых организаций персональные компьютеры и компьютерные сети распространились так стремительно. А потребность в гибком интерактивном управлении инициировала развитие программного обеспечения.

Новым словом в решении возникающих проблем явилась организационная форма в виде сетевого предприятия (если посмотреть на эволюцию организации - от механистической к органичной). Основные различия не в изменениях, которые нарастают при переходе от одной организационной формы к другой, а, скорее, в целях. Именно наличие общей цели является основным критерием организации, а направленность определяет ее форму. Так, цели

механистической организации направлены внутрь, на воспроизведение системы и сохранение существующего порядка. В органичных организациях цели направлены во внешнюю среду, а структура является средством достижения цели и необходима для проведения постоянных изменений. Для сетевой организации цель также направлена внутрь организации, на решение проблем участников, входящих в сетевую организацию. Что касается виртуальной организации, то само понятие общей цели - основы любой организации - будет проявляться как пересечение целей, т. е. на объединение людей, групп, организаций со схожими интересами для достижения каждым своей индивидуальной цели. Как уже было сказано, сетевая организация является прообразом виртуальной, поэтому следует отметить особенности сетевой организации и выявить то, что еще необходимо выполнить для появления работоспособной виртуальной организации. Существуют пять типов сетей, которые образуются на межорганизационном уровне, по образу которых организована большая часть межфирменных сетей в глобальной экономике. К ним относятся: сети поставщиков, сети производителей, потребительские сети, коалиции по стандартам и технологическая кооперация. Объединение организаций в сети позволяет им собрать свои ресурсы, мощности, расширить охват рынка, приблизиться к потребителю, снизить транзакционные издержки, обмениваться знаниями и технологиями. При своем формировании сети либо образуются вокруг одной ведущей компании, либо создаются на базе альянсов и кооперации между группами предприятий.

Современные технологии связи ускорили появление глобального рынка, телекоммуникации и интегральные системы позволяют управлять процессами независимо от расстояний. Расположение бизнеса перестало быть определяющим фактором достижения успеха и сделало возможным глобальное присутствие организации на рынке, а также появление новой формы организации.

Виртуальная корпорация - это организация, которая создается для выполнения какой-либо работы или реализации возникающей потребности. Это позволяет избежать постоянных изменений организации и в то же время использовать возникающие возможности. Если бюрократия имеет внутреннюю направленность целей, органичные организации больше говорят о своем предназначении, миссии, и цели направлены вовне, то виртуальная корпорация не имеет цели, она сама есть цель. Она появляется в нужное время, в нужном месте для реализации возможностей и потом исчезает. Такая "сверхбыстрота" технологически уже возможна, вопрос за организацией, людьми, задачами, способами и приемами управления, а здесь на первое место выходят доверие, дисциплина и взаимопонимание, на чем строятся отношения между людьми.

ВК создается из различных предприятий на контрактной основе, не имеет единой юридической организационной структуры, но зато обладает общей коммуникационно-информационной структурой, которая обеспечивает интеграцию усилий партнеров при выполнении какого-то проекта, такой структурой могут быть CALS-технологии. Виртуальную корпорацию можно рассматривать как своего рода метапредприятие, объединяющее цели, ресурсы, традиции и опыт нескольких предприятий для производства и предоставления инновационных услуг или изделий.

В общем случае виртуальная корпорация представляет собой сложную систему, образованную из удаленных друг от друга групп людей (виртуальных коллективов), объединяемых на основе симбиоза ведущих сетевых и интеллектуальных технологий, например, Интернета и средств управления знаниями. Электронным путем формируется искусственное сообщество, которое существует и развивается в виртуальном пространстве. С одной стороны, происходит слияние сетевых и интеллектуальных технологий, поскольку сеть, будучи одной из важнейших форм коллективного интеллекта, тесно связана с процессами самоорганизации, спонтанного возник-

новения новых структур. С другой стороны, речь идет о формировании единой системы поддержки коммуникативных процессов на виртуальной корпорации.

В определенном смысле виртуальной корпорацией является Интернет. Его роль и охват рынка столь стремительно развиваются, что становятся фактором развития не какого-то отдельного государства, а всей планеты. Появление новых типов организаций предполагает пересмотр старых схем управления. Одним из главных изменений системы управления является стирание иерархических рамок в структуре корпорации. Вместо должностной иерархии на первое место выходят интеллектуальное сотрудничество и сетевая кооперация менеджеров. Главным фактором, обуславливающим эти изменения, становится переход от капитала к знаниям, интеллектуальным активам как критическим ресурсам организации. Для иерархической структуры управления характерно то, что каждая новая ситуация выносится на высший уровень рассмотрения, где и принимаются решения. Такой механизм управления становится неработоспособным в современном быстроменяющемся мире. Именно поэтому возникают ВК с сетевой структурой, где каждый доступен для каждого, а функции руководящих менеджеров ограничиваются организацией совместной работы, подбором персонала, обучением.

Выводы. Для судостроения необходимо совершенствовать информационное обеспечение на стадиях изготовления и обслуживания образцов морской техники. Оно должно выполнять следующие задачи:

- Все этапы обработки информации должны проходить одновременно, а не последовательно. Это сократит время ожидания полного комплекта конструкторской документации, а также избавит от нестыковок с обеспечением ресурсами и изготовлением комплектующих.

- Необходимо, чтобы технологи уже на стадии конструкторского проектирования подключались к процессу, для этого им нужны 2-D, 3-D модели, конструкторская документация.
- Необходимы системы, позволяющая управлять как данными, так и процессами разработки изделия на современном производственном предприятии или в группе предприятий. Также эти системы должны следить за большими, постоянно меняющимися массивами данных, обобщать такие технологии, как управление инженерными данными, управление документами, управление информацией об изделии, управление техническими данными, управление изображениями, и другие системы, которые позволяют всесторонне определить конкретное изделие и управлять им.

Такие системы должны управлять жизненными циклами изделий, помочь отслеживать каждое изделие и учесть разнообразные требования, на них можно возложить управление данными в едином для разных автоматизированных систем информационном пространстве и им необходимы модули:

- исследования рынка;
- проектирования, планирования, создания продуктов и рабочих процессов;
- закупки сырья, производства, проверки изделий;
- упаковки, хранения, продаж;
- технической и эксплуатационной поддержки;
- обеспечения взаимодействия между различными системами, интеграции их в общее информационное поле;
- утилизации

Со всеми этими задачами прекрасно справляются PLM-системы.

Для обеспечения информационной интеграции CALS использует стандарты IGES и STEP в качестве форматов данных. В CALS входят также стан-

дарты электронного обмена данными, электронной технической документации и руководства для усовершенствования процессов.

Система управления данными об изделии (PDM) - это инструментальное средство, которое помогает администраторам, конструкторам, инженерам, технологам и другим специалистам управлять как данными, так и процессами разработки изделия на современном производственном предприятии или в группе предприятий-смежников. Системы PDM следят за большими, постоянно обновляющимися массивами данных и инженерно-технической информации, необходимыми на этапах проектирования, производства или строительства. Системы PDM обобщают такие технологии, как управление инженерными данными, управление документами, управление информацией об изделии, управление техническими данными, управление изображениями, и другие системы, которые позволяют всесторонне определить и управлять конкретным изделием.

PLM-системы, управляющие жизненными циклами продуктов в целом, предоставляют более «широкий» функционал и, собственно, включают в себя PDM. Управление изделиями — ключевой, но не единственный блок PDM, и в разнице возможностей и состоит их принципиальное различие. PLM предоставляет много дополнительных «опций» — например, создание схем утилизации отходов производства — и несколько иной взгляд на бизнес.

Наличие PLM-систем позволяет организовать виртуальное производство. Теперь неважно, где находится конструктора, а где – станки, PLM-системы обеспечат актуальной информацией всех, кому она потребуется.

Именно поэтому возникают ВК с сетевой структурой, где каждый доступен для каждого, а функции руководящих менеджеров ограничиваются организацией совместной работы, подбором персонала, обучением.

3 ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ВНЕДРЕНИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ «СALS» И ОЦЕНКА ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УКАЗАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ОБРАЗЦАМ МОРСКОЙ ТЕХНИКИ (PLM-СИСТЕМЫ)

3.1 Внедрение CALS-технологий

Переход отрасли к CALS-технологиям требует согласованных действий предприятий отрасли. Согласование требуется как во времени достижения определенных этапов, так и в части выбора программных и технических средств. Чем более разнообразны эти средства, тем дороже будет стоить единое информационное пространство. Необходимо также понимание неизбежности сосредоточения совместных усилий на создании отраслевой инфраструктуры.

Главной задачей конструкторских бюро становится освоение технологии проектирования, при которой единственным первичным и главным источником информации для всех участников жизненного цикла корабля становится электронная модель. Основой модели служит трехмерная геометрическая модель корабля. Каждый геометрический объект в модели сопровождается описанием множества признаков и свойств, достаточных для формирования всей документации, включая ведомости и спецификации, необходимой для подготовки производства. Роль чертежа резко снижается, он переходит в разряд вторичных документов, источником формирования которых является электронная модель.

Процесс проектирования сопровождают технологи, вместе с конструкторами отрабатывающие вопросы принципиальной технологии постройки, технологичности и ремонтпригодности составляющих корабля. Единовременный и регламентируемый доступ к модели участников работ обеспечива-

ется использованием как внутренних сетей предприятий, так и интернет или интранет сетей.

Вся информация электронной модели накапливается, сохраняется во всех необходимых вариантах, корректируется и предоставляется в удобном виде тем, кому она необходима, под патронажем системы управления данными проекта PDM, которая обеспечивает также и удаленный доступ к модели.

По самому способу формирования, когда все проектные специализации одновременно решают вопросы размещения своего оборудования в пределах конкретного объема, электронная модель резко сокращает число возможных ошибок, традиционно выявляемых на стадии натурного или масштабного макетирования. Трудоемкость проведения корректировок также существенно сокращается. Корректируется электронная модель, отпадает необходимость корректировки и сопровождения множества бумажных копий универсальных документов. Большая часть необходимых документов формируется из электронной модели, на необходимой ее части, непосредственно перед их использованием и, следовательно, основана на актуальной информации.

Электронная модель предоставляет участникам подготовки производства новые возможности для решения задач, обеспечивающих постройку корабля. К их числу относится возможность формирования нового поколения технологической документации, содержанием которой является вся графическая и текстовая информация, необходимая, и только необходимая, для выполнения конкретной производственной операции или группы операций. Такая функциональная документация позволяет резко сократить число ошибок и время исполнителей производственных операций на изучение чертежей и других сопутствующих универсальных проектных и нормативных документов.

Разработка для всех видов производств форм функциональных документов и методологии их формирования с использованием электронной мо-

дели корабля является ближайшей задачей предприятий - строителей, озабоченных внедрением CALS-технологий.

Информация, порождаемая на верфи в процессе подготовки производства конкретного заказа, в свою очередь, должна становиться составной частью электронной модели. Таким образом, в процессе постройки корабля электронная модель должна преобразовываться из модели спроектированной в модель построенную. Информация о корабле, накопленная на двух первых этапах жизненного цикла, служит основой для эффективной, почти автоматической, разработки современной интерактивной электронной эксплуатационной и ремонтной документации.

Только такой подход к CALS-технологиям обеспечит сокращение общей трудоемкости и повысит эффективность и качество кораблей. Исходя из мирового опыта и требований мирового рынка, общими целями внедрения CALS-технологий в практику российского судостроения должны стать:

- создание условий для непрерывного совершенствования бизнес-структур предприятий и используемых предприятиями маркетинговых, управленческих и производственных бизнес-процессов ради обеспечения конкурентоспособности на внутреннем и мировом рынках;
- формирование единого электронного информационного пространства предприятия и его окружения, обеспечивающего бизнес-процессы на протяжении всего жизненного цикла и переход на безбумажную технологию.

Эти цели не могут быть достигнуты только совместными усилиями предприятий отрасли, огромную роль в их реализации играют и государственные структуры.

Последовательность шагов предприятий к CALS-технологиям по мере освоения современных систем автоматизации управления, проектирования и подготовки производства и с учетом ближайших требований рынка может быть определена следующим образом:

- формирование единого электронного информационного пространства предприятия в рамках основной деятельности (проектирования/подготовки производства на основе использования современных CAD/CAM/PDM систем);
- формирование единого электронного информационного пространства в рамках всего предприятия (управление проектами - от маркетинга до сбыта, управление ресурсами, управление производственными процессами);
- формирование единого электронного информационного пространства в рамках "расширенного предприятия" (управление внешними связями - с заказчиками, финансовыми структурами, поставщиками оборудования и материалов; управление ресурсами, управление проектами, управление производственными процессами и сопровождения послепродажной части жизненного цикла изделия).

Приведенная последовательность не может быть реализована без параллельного непрерывного совершенствования бизнес-структур и бизнес-процессов предприятия с использованием современных средств моделирования этих процессов и производственной среды.

В составе CALS-технологий имеются стандартизованные средства моделирования структур и процессов, а также средства для анализа построенных моделей. Основная роль здесь - за предприятием, которое должно проанализировать работу каждого структурного подразделения, определить и описать его цели, функции, процессы, затраты, связи, а также источники и потребители информации; научное и методическое руководство - за поставщиками систем управления и научно-исследовательскими организациями отрасли.

Внедрение PLM-систем. PLM – это концепция, которую использует руководство предприятия для достижения каких-то целей.

С точки зрения глобальных бизнес-целей производственного предприятия (имеющего собственные конструкторские подразделения) можно выделить две основных цели менеджмента:

- Уменьшение себестоимости разрабатываемой продукции
- Сокращение времени выхода на рынок новых изделий

Важно то, какими методами достигаются эти цели. Основным инструментом достижения этих целей и является PDM-система. Рассмотрим ниже основные способы реализации PLM-концепции посредством внедрения тех или иных возможностей современной PDM-системы.

Снижение непроизводственных затрат конструкторов и технологов при подготовке КТД. Основные две сущности, которые появляются в PDM-системе – это Электронная структура изделия (ЭСИ) и Электронная технология изготовления (ЭТИ). Основная идея в том, чтобы конструкторы и технологи занимались разработкой именно ЭСИ и ЭТИ, а не, например, чертежей и маршрутных карт. В контексте PLM-концепции данные документы являются лишь конечной стадией проектирования.

Для конструкторов будет важнее всего тратить минимум времени на работу с деревом спецификаций в самой PDM-системе и максимум – на разработку непосредственно изделия в своей САПР (3D-модель, электрическая схема и пр.). Страх того, что конструктору придется тратить много времени на работу с ЭСИ в PDM-системе – это основная причина внутреннего сопротивления персонала конструкторского бюро при внедрении, поэтому крайне важно обращать на это внимание с самого начала и убеждать персонал, что при должном обучении конструктор начинает очень уверенно ориентиро-

ваться в практически в любой современной PDM-системе уже через 2-3 недели после начала работы.

В отличие от конструкторов – для технологов PDM-система является не просто «дополнительной нагрузкой», а основным рабочим инструментом по разработке технологических карт и маршрутов (иначе говоря – по разработке ЭТИ). Соответственно, здесь мы видим очевидное преимущество автоматизации: вместо разработки технологической документации в MS Word или, того хуже, в твердой копии технологи теперь имеют возможность именно проектировать технологию в электронном виде. Ускорение процесса при этом – многократное (технологи тратят в 2-3, а то и больше раз времени на рутинную «механическую»).

Уменьшение стоимости разработки за счет повышение доли заимствованных деталей и узлов. Это еще один очевидный плюс автоматизации: использование ЭСИ и ЭТИ позволяет достаточно легко организовывать поиск деталей и сборочных единиц (ДСЕ), покупных изделий (ПКИ), средств технологического оснащения (СТО) и прочих элементов конструкторско-технологического проектирования по применяемости. Отсюда – возможность наследования узлов и деталей из более ранних разработок (причем – не конкретного специалиста, а всего предприятия). Теперь вместо банального копирования, специалисты-разработчики могут наследовать часть узлов, схем, деталей и даже частей маршрута или технологии из предыдущих разработок. Для этого достаточно найти нужный узел по применяемости (в том числе – воспользовавшись параметрическим поиском) и включить его в свой текущий проект в состав электронной структуры изделия, либо в состав технологической карты/маршрута (в зависимости от вида проектирования).

Наведение порядка в архиве КТД. Другая важная часть работы конструкторских бюро и департаментов технической документации – это организация архива. Современная PDM-система позволяет вести электронный архив, когда вся документация на изделие или на технологический процесс (например – те же спецификации или технологические карты) хранится в

электронном виде, а твердые копии формируются только по мере необходимости (например – для передачи внешнему подрядчику или заказчику – предприятию Министерства обороны). Однако на практически любом Электронный и бумажный архив.

Ускорение процесса разработки изделий. За счет значительно большей оперативности обмена информацией между участниками проекта разработки изделия или комплекса: руководитель проекта в любой момент времени имеет актуальную информацию по готовности тех или иных блоков и может ставить параллельно несколько задач на разработку несвязанных или малосвязанных блоков. Иными словами, внедрение PDM-системы позволяет реализовать метод параллельного проектирования.

Повышение управляемости и прозрачности работы конструкторских и технологических подразделений (улучшение системы управления потоком работ на проекте)

Руководителям проектов и топ-менеджерам производственного предприятия PLM-концепция и как инструмент – внедренная PDM-система дает значительный прирост в прозрачности процессов проектирования и разработки: теперь, за счет оперативности получения информации о нарастающей структуре изделия или комплекса в любой момент времени можно без формирования ручных отчетов сотрудников о проделанной работе оценить процент выполнения задач на проекте и принять соответствующие управленческие решения в рамках управления конструкторским бюро. Внедренная PDM-система дает представление о том, где в бизнес-процессе узкие места. Как правило – данный аспект внедрения PLM позволяет находить точки неоправданного простоя персонала, что в свою очередь помогает повышать исполнительскую дисциплину.

Формализация процесса разработки КТД. Как известно, внедрение любой системы (в том числе - PDM) в рамках одного из этапов сопровождается разработкой регламентирующих документов – как регламентов работы всего предприятия, отдельных подразделений, так и пользовательских инст-

рукций, регламентирующих работу специалиста на конкретном рабочем месте. Это позволяет не только поддерживать текущую работу в области проектирования, но и без особых усилий со стороны начальника вводить в курс дела новых сотрудников. Это значительно снижает зависимость компании от незаменимых работников, имеющих «монопольные» знания на своем участке.

Организация совместной работы распределенных коллективов.

Последний, способ реализации PLM – это организация совместной работы территориально распределенных команд. Речь идет о применении облачных технологий в сфере автоматизации работы конструкторов, технологов, нормировщиков и прочих профессий, так или иначе связанных с разработкой изделий и комплексов в современной промышленности.

Представим себе команду конструкторов, каждый из которых работает у себя дома, или, например, совместную работу двух конструкторских бюро одного предприятия, удаленных друг от друга территориально. При внедрении PDM-системы, как системы коллективной разработки, автоматически отпадает необходимость очного присутствия всех участников разработки в одном офисе. Действительно: каждый разработчик работает, в своей CAD-системе которая может быть установлена у него локально на рабочей станции, далее результат своей работы он выгружает в PDM-систему, как законченную электронную структуру изделия. Данные выгружаются по каналам связи, в том числе – вся документация на изделие формируется и хранится в PDM в электронном виде. Таким образом, нет никакой необходимости быть на рабочем месте. Что же касается управления проектной командой – общение с конструкторами руководитель проекта выполняет посредством постановки задач в системе управления проектами, либо через одно из средств организации телеконференций.

PLM – это концепция управления, а PDM – это инструмент реализации большей части положений этой концепции, но далеко не всех (например – такие этапы ЖЦ изделия, как закупки, планирование продаж и прочее). Со-

ответственно, для получения максимального эффекта от внедрения PLM-концепции, нужно рассматривать все аспекты данной концепции, т.е. внедрять на всех этапах жизненного цикла изделия. Все сотрудники компании должны перестать оперировать понятием «Документ» (спецификация, чертеж и прочее) и перейти к понятию «Изделие», как ключевой объект деятельности. Конструктор должен не «выпустить документацию», а разработать изделие – учитывая все особенности производственного и тех. процесса, принимая во внимание все аспекты эксплуатации и прочих этапов жизненного цикла.

3.2 Стандарты CALS-технологий

Стандарты STEP. Одно из центральных мест в системе CALS-стандартов занимают стандарты, разработанные под эгидой Международной организации стандартизации ISO и получившие название STEP (Standard For Exchange of Product data) и номер 10303. Стандарты ISO 10303 определяют средства описания (моделирования) промышленных изделий на всех стадиях жизненного цикла. Проект STEP развивается с середины 80-х годов прошлого века.

Единообразная форма описаний данных о промышленной продукции обеспечивается введением в STEP языка Express, инвариантного к приложениям. Первая версия стандарта ISO 10303-11, посвященного языку Express опубликована в 1990 г. В стандартах STEP использован ряд идей, ранее воплощенных в методиках информационного IDEF1X и функционального IDEF0 проектирования. Но роль стандартов STEP не ограничивается введением только грамматики единого языка обмена данными. В рамках STEP предпринята попытка создания единых информационных моделей целого ряда приложений. Эти модели получили название прикладных протоколов.

В качестве альтернативного языка для обмена геометрическими и техническими данными о промышленных изделиях может использоваться язык разметки XML. В 2004 г. компаниями Dassault Systèmes и Lattice Technology предложено подмножество 3D XML языка XML, которое получает все большую популярность для межсистемных обменов в CALS-технологиях.

Стандарт ISO 10303 состоит из ряда документов (томов), в которых описываются основные принципы STEP, правила языка Express, даны методы его реализации, модели, ресурсы, как общие для приложений, так и

некоторые специальные (например, геометрические и топологические модели, описание материалов, процедуры черчения, конечно-элементного анализа и т.п.), прикладные протоколы, отражающие специфику моделей в конкретных предметных областях, методы тестирования моделей и объектов.

Удовлетворению требований создания открытых систем в STEP уделяется основное внимание - специальный раздел посвящен правилам написания файлов обмена данными между разными системами, созданными в рамках STEP-технологии.

Развитие CALS-технологий нашло выражение в разработке серий стандартов ISO 13584 Parts Library (сокращенно P-Lib), ISO 14959 Parametrics, ISO 15531 Manufacturing management Data (Mandate), ISO 8879 Standard Generalized Markup Language (SGML). Разработка новых российских CALS-стандартов и изменений к стандартам ЕСКД должна быть увязана со стандартами и проектами стандартов серий ГОСТ Р ИСО 10303 и ГОСТ Р ИСО 13584, являющихся русскоязычными версиями стандартов ISO 10303 и ISO 13584.

Язык SGML. Для оформления технической документации на создаваемые изделия в CALS-технологиях был рекомендован язык разметки SGML (Standard Generalized Markup Language). Этот язык представлен в семействе стандартов ISO 8879 и предназначен для унификации представления текстовой информации в автоматизированных системах .

Стандарт SGML устанавливает такие множества символов и правил для представления информации, которые позволяют различным системам правильно распознавать и идентифицировать эту информацию. Названные множества описывают в отдельной части документа, называемой декларацией DTD (Document Type Definition), которую передают вместе с основным SGML-документом. В DTD указывают соответствие символов и их кодов, максимальные длины используемых идентификаторов, способ представления ограничителей для тегов, другие возможные соглашения, синтаксис DTD, а также тип и версию документа.

Техническое описание в виде SGML-документа включает:

1. основной файл с техническим руководством, размеченный SGML-тегами;
2. описание сущностей, если документ относится к группе, в которой используются одни и те же сущности и подразумевается их известность;
3. словарь для пояснения SGML-тегов;
4. DTD.

Язык SGML является метаязыком для семейства конкретных языков разметки. Так, языки разметки XML и HTML можно считать подмножествами языка SGML. При этом XML более удобен, чем SGML: легче воспринимается, приспособлен для использования в WWW (современных браузерах), сохраняя возможности SGML. Для конкретных приложений создаются свои варианты (словари) XML. Известны варианты для математики, химии, медицины. Для CALS интерес представляют варианты Product Definition eXchange (PDX) и 3D XML, посвященные обмену данными в САПР, а стандарт ISO 10303-28 посвящен созданию схем XML (XML Schema) для представления информации в CALS системах.

Стандарт MIL-STD-1840C посвящен представлению и обмену данными в CALS-технологиях. Основные положения этого стандарта признаны в России и представлены в документе Р50.1.027-2001. Стандарт определяет международные, национальные, военные стандарты и спецификации для элек-

тронного обмена информацией между организациями или системами. В нем к стандартам и спецификациям технологий CALS отнесен ряд стандартов таких, как вышеназванные стандарты STEP, SGML, а также стандарты шифрования данных и электронной подписи, кодирования аудио и видео данных, спецификации MIME электронной почты и т.п.

В соответствии с MIL-STD-1840С документы могут быть SGML-документами, обменными файлами на языке Express, для представления иллюстраций и текста допускается использование ряда других форматов. Так, для передачи и представления в технических руководствах иллюстративного материала (схем, рисунков) в соответствии с американским стандартом MIL-PRF-28003 можно использовать формат BMP, но более экономичен формат JPEG. Для 2D чертежей (но не в САПР) рекомендуется использовать формат CGM (Computer Graphics Metafile), ранее введенный в ISO/IEC 8632. Растеризация выполняется в соответствии с рекомендацией MIL-PRF-28002. Стандартный растровый формат - TIFF. Отметим, что документы MIL-PRF-28000 и MIL-PRF-28001 посвящены соответственно форматам IGES и SGML. Формат IGES (Initial Graphics Exchange Specification), утвержденный в качестве стандарта в начале 80-х годов, был предшественником STEP, но он был ориентированным в основном на описание геометрических свойств изделий.

В структуре документа выделяют реквизитную и содержательную части. В реквизитной части записываются метаданные в виде списка идентификаторов атрибутов и их значений, а также сведения об электронных подписях документа. Содержательная часть состоит из одного или более блоков данных, каждый блок имеет собственно передаваемые данные и их описание.

Электронная цифровая подпись (ЭЦП) представляет собой хэш-функцию передаваемого документа, закодированную составителем документа закрытым ключом по асимметричной схеме. Прочитать ЭЦП можно с помощью открытого ключа, но подделать подпись, не зная закрытого ключа, практически нельзя.

Для унификации структуры документов и правил деловой переписки, прежде всего в торговых операциях Организация Объединенных Наций приняла в 1986 г. спецификации EDIFACT (Electronic Data Interchange For Administration, Commerce and Transport). Это международный стандарт (ISO 9735) для представления и обмена электронными данными, которые могут группироваться в сегменты, смысл которых частично описан в стандарте, но может быть обусловлен договоренностью между партнерами.

Язык VHDL. Особенности проектирования радиоэлектронной аппаратуры находят отражение и в форматах обмена данными. Основные методики функционального и логического проектирования электронных устройств основаны на использовании языка VHDL (Very high-speed integrated circuits Hardware Design Language), получившего статус международного стандарта IEEE 1076 в 1987 г. При конструкторском проектировании для описания топологии СБИС и печатных плат широко применяются форматы EDIF (Electronic Design Interchange Format) и CIF (Caltech Intermediate Format).

Развитие методологии моделирования на базе языка VHDL привело в 1999 г. к принятию стандарта IEEE 1076.1, посвященного смешанному (mixed mode) моделированию. Отметим, что смешанным принято называть аналого-цифровое моделирование, т.е. исследование моделей, в которых используются как непрерывные, так и дискретные величины. Объединение стандартов IEEE 1076 и 1076.1 в одном документе VHDL-AMS (VHDL Analog and Mixed Signal) позволило унифицировать описание моделей не только систем электрической природы, но также систем механических, гидравлических, тепловых, а также систем с физически разнородными компонентами.

Моделирование приложений, язык UML. В CALS-технологиях представлены не только вопросы описания данных и организации информационных обменов, но и вопросы моделирования приложений. Для выполнения начальных шагов моделирования сложных слабоструктурированных приложений рекомендуется использовать методики объектного моделирования на

базе языка UML (Unified Modeling Language), функционального моделирования систем IDEF0, информационного моделирования IDEF1X. В частности, методики IDEF0 и IDEF1X представлены в федеральных рекомендациях США соответственно FIPS 183 и FIPS 184

3.3 Роль жизненного цикла при проектировании

К CALS-стандартам относят также стандарты интегрированной логистической поддержки изделий и группу стандартов, посвященных созданию интерактивных электронных технических руководств

В эту группу входит спецификация MIL-D-87269 - Interactive Electronic Technical Manual (IETM) Database - описывает требования к создаваемым подрядчиками-поставщиками систем вооружений базам данных для интерактивных электронных технических руководств и справочников. В спецификации содержатся требования к построению баз данных, обеспечению обмена данными, наименованию элементов данных, сопровождению и обслуживанию данных. В приложениях к документу перечислены обязательные и необязательные элементы любой документации, а также их взаимосвязь. Подробно описана схема внутреннего построения баз данных на основе конструкций и элементов языка SGML. Описаны методы представления структуры и состава

промышленного изделия и его компонент в языке SGML, а также даны шаблоны документов на обязательные составные части технической документации (такие как информация о неисправностях, техническое описание и т.п.).

Более подробная классификация информационных моделей и их связь со стадиями ЖЦ продукта приведена в табл.1.

Таблица 1 - Информационные модели жизненного цикла

	Информационные модели		
Стадии жизненного цикла продукта	модель продукта	модель ЖЦ продукта и выполняемых в его ходе бизнес-процессов	Модель производственной и эксплуатационной среды
Маркетинг	маркетинговая (концептуальная)	модель процесса маркетинга продукта	модель маркетинговой среды
Проектирование и разработка продукта	конструкторская	модель процессов проектирования и разработки	модель проектно-конструкторской среды
Производство или предоставление услуг	технологическая	модель процессов производства	модель технологической среды
Реализация	сбытовая (цены, условия продажи и пр.)	модель процессов продаж	модель среды, в которой осуществляются продажи
Установка и ввод в эксплуатацию, техническая помощь и обслуживание, эксплуатация, утилизация	эксплуатационная	модель процессов эксплуатации	модель эксплуатационной среды

Моделирование жизненного цикла продукта и выполняемых бизнес-процессов. Это первый и очень существенный шаг к повышению эффективности организационной структуры, поддерживающей одну или несколько стадий ЖЦ продукта, - моделирование и анализ ее функционирования.

Цель бизнес-анализа - выявить существующее взаимодействие между составными частями и оценить его рациональность и эффективность. Для этого с использованием CALS-технологий разрабатываются функциональные модели, содержащие детальное описание выполняемых процессов в их взаимосвязи. Полученная функциональная модель не только является детальным описанием выполняемых процессов, но также позволяет решать целый ряд задач, связанных с оптимизацией, оценкой и распределением затрат, оценкой функциональной производительности, загрузки и сбалансированности составных частей, то есть вопросов анализа и реинжиниринга бизнес-процессов.

Методы функционального моделирования, например, с успехом могут быть использованы при создании систем обеспечения качества продукции. В этом случае в качестве функциональной модели могут быть описаны функции системы обеспечения качества продукции, регламентированных стандартами ISO серии 9000. Разработанная функциональная модель позволяет выявить логические ошибки, допущенные при построении системы обеспечения качества, уточнить распределение полномочий и ответственности, автоматически генерировать отчетные документы по структуре системы. Функциональная модель системы качества продукции описывает сеть процессов обеспечения качества продукции и их интерфейсы, связанные с ними обязанности, полномочия, процедуры и ресурсы, распределение обязанностей и полномочий подразделений и персонала предприятия. При моделировании системы качества также используются информационные модели.

Проектирование и производство изделия. Совместное, кооперативное проектирование и производство изделия может быть эффективным в случае, если оно базируется на основе единой информационной модели изделия (электронной модели изделия).

Разрабатываемая на данной фазе конструкторско-технологическая информационная модель базируется на использовании стандарта ISO 10303 (STEP). Созданная однажды модель изделия используется многократно. В

нее вносятся дополнения и изменения, она служит отправной точкой при модернизации изделия. Модель изделия в соответствии с этим стандартом включает: геометрические данные, информацию о конфигурации изделия, данные об изменениях, согласованиях и утверждениях.

Стандартный способ представления конструкторско-технологических данных позволяет решить проблему обмена информацией между различными подразделениями предприятия, а также участниками кооперации, оснащенными разнородными системами проектирования. Использование международных стандартов обеспечивает корректную интерпретацию хранимой информации, возможность оперативной передачи функций одного подрядчика другому, который, в свою очередь, может воспользоваться результатами уже проделанной работы. Это особенно важно для изделий с длительным ЖЦ, когда необходимо обеспечить преемственность информационной поддержки продукта, независимо от складывающейся рыночной или политической ситуации.

Эксплуатация изделия. Известно, что объемы разрабатываемой документации для сложного наукоемкого изделия очень велики. Поэтому традиционное бумажное документирование сложных изделий требует огромных затрат на поддержку архивов, корректировку документации, а также снижает эксплуатационную привлекательность и конкурентоспособность изделия.

Решение проблемы заключается в переводе эксплуатационной документации на изделие, поставляемой потребителю, в электронный вид. При этом комплект электронной эксплуатационной документации - интерактивные электронные технические руководства, электронные справочники и др. следует рассматривать как составную часть интегрированной информационной модели изделия. Электронная документация может поставляться на электронных носителях (например, на компакт-дисках) или размещаться в глобальной сети Интернет. Стандартизация гарантирует применимость такой электронной документации на любых компьютерных платформах.

Эксплуатационная документация может содержать информацию различных типов в соответствии со стандартами CALS.

Важно отметить, что в электронный вид может быть преобразована эксплуатационная документация, созданная ранее без использования компьютерных систем. Для изделий, уже находящихся в эксплуатации длительный период и спроектированных традиционными методами, задача поддержки документации не менее актуальна. В качестве примера можно привести опыт проектов, выполняемых в ВМФ и ВВС США по массовому переводу миллионов страниц руководств и листов чертежей в стандартизованный электронный вид. Полученная электронная документация размещается в специальных хранилищах на базах ВМФ и ВВС или непосредственно у производителей и доступна через компьютерные сети. При этом используются современные технологии сканирования, распознавания текста, векторизации чертежей и схем, создаются электронные справочники на целые изделия и отдельные системы.

CALS рассматривается как комплексная системная стратегия повышения эффективности всех процессов ЖЦ промышленной продукции, непосредственно влияющая на ее конкурентоспособность. Применение стратегии CALS является условием выживания предприятий в условиях растущей конкуренции и позволяет расширить области деятельности предприятий (рынки сбыта) за счет кооперации с другими предприятиями, обеспечиваемой стандартизацией представления информации на разных стадиях и этапах жизненного цикла. Благодаря современным телекоммуникациям, уже не принципиально географическое положение и государственная принадлежность партнеров. Новые возможности информационного взаимодействия позволяют строить кооперацию в форме виртуальных предприятий, действующих в течение ЖЦ продукта. Становится возможной кооперация не только на уровне готовых компонентов, но и на уровне отдельных этапов и задач: в процессах проектирования, производства и эксплуатации, что позволяет:

- обеспечить преемственность результатов работы в комплексных проектах и возможность изменения состава участников без потери уже достигнутых результатов за счет информационной интеграции и сокращения затрат на бумажный документооборот, повторного ввода и обработки информации;
- повысить "прозрачность" и управляемость бизнес-процессов путем их реинжиниринга, на основе интегрированных моделей ЖЦ и выполняемых бизнес-процессов, сократить затраты в бизнес-процессах за счет лучшей сбалансированности звеньев;
- повысить привлекательность и конкурентоспособность изделий, спроектированных и произведенных в интегрированной среде с использованием современных компьютерных технологий и имеющих средства информационной поддержки на этапе эксплуатации;
- обеспечить заданное качество продукции в интегрированной системе поддержки ЖЦ путем электронного документирования всех процессов и процедур.
- сократить издержки производства и снизить стоимость продукции;
- сократить время создания изделия, его модернизации и увеличить его реальное время "жизни", функционирования в работоспособном состоянии за счет высокого качества и электронной поддержки вовремя эксплуатации.

Создание полной электронной модели судна. Эта задача решается в несколько этапов с привлечением значительных материальных и интеллектуальных ресурсов. К настоящему моменту разработаны международные стандарты и программное обеспечение по созданию электронных моделей любых промышленных изделий. Однако, из-за своей специфики каждый тип изделия требует собственный протокол описания и обмена данными

об объекте. Особые проблемы возникают при описании структуры сложных технических изделий.

Наиболее активную работу в области формирования структуры информации о судне в рамках программы MarineStructuralIntegrityProgram проводит международный комитет ShipStructureCommittee. Для координации работ в области морских информационных технологий в Америке создан комитет Navy/IndustryDigitalDataExchangeCommittee. В Европе подобные работы проводятся комитетом EuropeanMarineStepAssociation, в состав которого входят все крупные судостроительные предприятия Европы, включая европейские классификационные общества.

Таким образом, работа различных комитетов направлена на структуризацию информации о судне и представлению этой информации в виде ряда протоколов обмена, каждый из которых описывает отдельную предметную область изделия. Порядок создания международного стандарта (ISO) по отдельным протоколам обмена состоит в выдвижении инициативной группой идеи стандарта и его совершенствования в течении ряда стадий вплоть до его утверждения. Обычно от момента выдвижения идеи стандарта до его утверждения проходит около десяти лет. В течении всех этих лет инициативная группа получает значительную финансовую поддержку от ряда международных организаций, заинтересованных в создании стандарта.

В случае сложных протоколов, к которым следует отнести протоколы данных о судне, с момента начала работы над протоколом до его утверждения в виде стандарта может пройти более пятнадцати лет.

Интегрированная логистическая поддержка судна. Эта задача состоит в разработке функциональной модели поставки материальных ресурсов (и комплектующего оборудования) при строительстве и эксплуатации судна. Таким образом, удовлетворение требований заказчика – это только часть задачи, другая часть – усовершенствование процессов на производственной стадии жизненного цикла судна, с целью сокращения затрат на про-

изводство и поддержание изделия в готовом состоянии, повышения качества производимой продукции.

В основе решения этой задачи лежит присвоение каждому элементу изделия своего уникального номера. Так, для изделий военной техники НАТО каждый элемент комплектующего оборудования военной техники имеет уникальный номер `NATOSTockNumber`. Работу по присвоению номеров каждая из стран-участников НАТО осуществляет через собственные бюро по кодификации комплектующего оборудования военной техники.

Система кодификации военной техники для стран НАТО базируется на двух принципах:

- каждое изделие должно иметь единственный уникальный номер (одно изделие – один номер);
- каждое национальное бюро кодификации кодирует изделия, производимые в своей стране.

Такой подход позволяет объединить обе подзадачи логистической поддержки судна. То есть, на основе кодификации изделий системы управления производством (PDM) верфи могут быть увязаны с системами эксплуатации судна.

В России, в соответствии с постановлением Правительства, начаты работы по созданию Федеральной системы каталогизации продукции для федеральных государственных нужд. Принципы системы схожи с принципами, применяемыми в международной практике. Структура федерального номенклатурного номера полностью соответствует принятой в международной системе каталогизации.

Осуществлён полномасштабный проект каталогизации в рамках поставки судостроительной фирмой «Алмаз» иностранному заказчику десантного корабля на воздушной подушке типа «Зубр». Сформирована и передана на рассмотрение демонстрационная версия электронного каталога фрегата проекта 11356 совместной разработки ОАО «Балтийский завод», Федераль-

ного центра каталогизации и ФГУП «Рособоронэкспорт». Специалисты компании «Аскон» и ФГУП ЦМКБ «Алмаз» завершили пилотный проект внедрения технологии управления инженерными данными, электронным архивом и документооборотом. Использование CALS-технологий позволило КБ «Алмаз», ведущему конструкторскому бюро ВМФ, при работе над проектом одного из быстроходных кораблей решить следующие задачи: создать правила построения структуры документации и состава изделия; произвести наполнение необходимыми данными; настроить электронный архив документации и прикладные программы для него; отладить режим совместной работы PDM-системы и САПР «Компас»; подготовить к эксплуатации службу администратора и типовые маршруты прохождения проектных документов и работ, включая их организационное оформление; довести до производственной готовности информационное обеспечение и форматы данных и отчетных документов. Таким образом, результаты применения CALS-технологий стали очередным шагом на пути к комплексной автоматизации проектирования судов. В качестве программной платформы в данном проекте использована PDM-система PartY PLUS московской компании «Люция Софт».

Для решения задач создания электронной модели судна и интегрированной логистической поддержки используется программное обеспечение (EXPRESSCompiler, ST-Viewer, OLE/COMAutomationLibrary, ST-DEVELOPERv8.0, ST-ACISLibrary, ST-PARASOLIDLibrary, ST-DEPOSITORY-Globalи прочее), позволяющее легко модифицировать как сами данные, так и их структуру, а также использовать эти данные через средства электронной коммуникации.

Кроме известных основных задач (структуризация электронной модели судна; использование программных продуктов для работы с моделями изделий на предприятиях отрасли; изучение международных стандартов в области CALS-технологий; разработка отечественных CALS-стандартов в судостроении, каталогизация судового оборудования), для внедрения CALS-тех-

нологий в судостроительной промышленности необходима проработка следующих вопросов:

- создание отраслевого центра CALS-технологий для изучения программных продуктов, созданных для работы с электронными моделями изделий, и распространения опыта этой работы среди судостроительных предприятий;
- создание комитета по структуризации информации о судне для обобщения имеющегося опыта судостроительных предприятий России в плане создания функциональной модели постройки, эксплуатации и ремонта судна.

Выводы.

Необходимо провести анализ существующих на предприятиях бизнес-процессов и их реинжиниринг в соответствии с концепцией CALS

Решение данной задачи необходимо для программирования подсистемы автоматического распределения потока работ (PLM-системы) и включает в себя:

- определение границ использования PLM – системы на этапе внедрения и в перспективе
- уточнение перечня информационных объектов, которые будут находиться под управлением PLM- системы
- выявление этапов ЖЦ, определение наименований этапов и критериев перехода с этапа на этап
- выявление и формальное описание бизнес-процессов ЖЦ для каждого из объектов производства
- анализ полученной информации и предложения по реинжинирингу бизнес-процессов на основе использования CASE-технологий

Главной задачей конструкторских бюро становится освоение технологии проектирования, при которой единственным первичным и главным ис-

точником информации для всех участников жизненного цикла корабля становится электронная модель. Основой модели служит трехмерная геометрическая модель корабля. Роль чертежа резко снижается, он переходит в разряд вторичных документов, источником формирования которых является электронная модель.

Вся информация электронной модели накапливается, сохраняется во всех необходимых вариантах, корректируется и предоставляется в удобном виде тем, кому она необходима, под патронажем системы управления данными проекта PDM, которая обеспечивает также и удаленный доступ к модели.

Электронная модель резко сокращает число возможных ошибок, традиционно выявляемых на стадии натурального или масштабного макетирования. Трудоемкость проведения корректировок также существенно сокращается. Корректируется электронная модель, отпадает необходимость корректировки и сопровождения множества бумажных копий универсальных документов. Большая часть необходимых документов формируется из электронной модели, на необходимой ее части, непосредственно перед их использованием и, следовательно, основана на актуальной информации.

Информация, порождаемая на верфи в процессе подготовки производства конкретного заказа, в свою очередь, должна становиться составной частью электронной модели. Таким образом, в процессе постройки корабля электронная модель должна преобразовываться из модели спроектированной в модель построенную. Информация о корабле, накопленная на двух первых этапах жизненного цикла, служит основой для эффективной, почти автоматической, разработки современной интерактивной электронной эксплуатационной и ремонтной документации. Только такой подход к CALS-технологиям обеспечит сокращение общей трудоемкости и повысит эффективность и качество кораблей.

Существует множество языков для проектирования, оформления технической документации, моделирования и т.д. Так же, уже существует мно-

жество стандартов CALS. Эти технологии уже получили достаточное развитие и успешно используются по всему миру. Наверное, уже скоро промышленное производство станет немыслимым без них, так что внедрение CALS-технологий – это лишь вопрос времени.

Анализ внедрения CALS-технологий в мировом судостроении показывает, что, несмотря на современную обстановку данных технологий, как непрерывную информационную поддержку жизненного цикла изделия (судна), отдельной позицией внутри CALS-технологий стоит интегрированная логистическая поддержка, т.е. информационная и организационная поддержка поставок материальных ресурсов для изделия.

Необходимость сохранения такого подхода объясняется тем, что при создании и эксплуатации судна, верфи, а затем и владельцу судна, приходится взаимодействовать с большим количеством поставщиков материальных ресурсов и комплектующего оборудования. Кроме того, эта задача имеет первоочередное значение (с точки зрения необходимости внедрения информационных технологий) при создании и поддержания в работоспособном состоянии такого сложного изделия как судно. Таким образом, задачу формирования и использования электронной модели судна можно разбить на две задачи.

PLM – это концепция, которую использует руководство предприятия для достижения каких-то целей.

С точки зрения глобальных бизнес-целей производственного предприятия (имеющего собственные конструкторские подразделения) можно выделить две основных цели менеджмента:

- Уменьшение себестоимости разрабатываемой продукции
- Сокращение времени выхода на рынок новых изделий

Важно то, какими методами достигаются эти цели. Основным инструментом достижения этих целей и является PDM-система.

Перспективы использования PLM-систем применительно к образцам морской техники очень велики. PLM-системы позволяют существенно сократить срок изготовления комплектующих и постройки образцов морской техники, системы управления жизненными циклами изделий позволяют создать контролируемую среду распространения информации, в которой можно сохранить все идеи и документы, которые в дальнейшем будут доступны по первому требованию строго определённым регламентами кругу лиц. Использование PLM-системы позволяет избавиться от ненужной дублирующейся информации. Внесение в PLM-систему информации о более ранних разработках позволяет повторно использовать идеи, успешно зарекомендовавшие себя на предыдущих проектах.

Для технической поддержки изделия обеспечивается взаимодействие между географически распределёнными участниками жизненного цикла изделия, что становится неременным условием, с которым успешно справляется PLM-система.

PLM-система обеспечивает сбор данных о функционировании изделия у заказчика, с их помощью можно как улучшить обслуживание изделия, так и улучшить следующие версии самого изделия путём устранения соответствующих его недочётов, оптимизации тех или иных характеристик. На основе полученных данных можно предсказать сроки снижения функциональности и отказа тех или иных компонентов изделия и провести заблаговременное их обслуживание или замену. При утилизации изделия появляется возможность определить ценность тех или иных его компонентов и возможность их повторного использования. В результате - сокращение расходов на производство, использование и обслуживание изделия, сведение к минимуму времени его простоя в результате возможных отказов.

Жесткая конкуренция за получение заказов и широкие возможности в повышении эффективности организации процессов производства привели руководителей судостроительных компаний к необходимости удовлетворения противоречивых требований. Себестоимость и сроки строительства су-

дов и кораблей должны быть снижены, но при этом качественные характеристики продукции должны удовлетворять всевозрастающим требованиям по обеспечению жизненного цикла корабля. Для сохранения конкурентоспособности требуются постоянные инвестиции для развития и совершенствования управления всего взаимосвязанного комплекса производственных процессов, условий создания корабля в виде системы процессы-персонал-технологии-законы.

Применение CALS-технологий в масштабах судостроительной промышленности РФ, создающей наукоемкую продукцию и, в первую очередь, продукцию военного назначения позволит:

- * Создать дополнительные возможности для ускорения модернизации кораблей.

- * Осуществить переход на безбумажную технологию проектирования, изготовления, сбыта и эксплуатации корабля.

- * Повысить конкурентоспособность российского судостроения на мировом рынке за счет сокращения цены корабля, сокращения сроков вывода новых образцов техники на мировой рынок.

- * Преобразовать существующие бизнес-процессы в высокоавтоматизированные и интегрированные процессы управления жизненным циклом корабля.

- * Создать единое информационное пространство (ЕИП) и единые способы информационного взаимодействия заказчиков, поставщиков, экипажа и ремонтников корабля.

По мнению экспертов, 75% расходов в структуре себестоимости национального валового продукта кроется в организации управления ресурсами. Оптимизация этих расходов за счет процессной организации управления производством и перевода большинства процессов во взаимосвязанные процедуры, осуществляемые в реальном режиме времени, позволит высвободить до 60% расходов из структуры себестоимости промышленной продукции. Современные ИТ предоставляют такие возможности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью работы является обоснование требований к структуре и параметрам информационного обеспечения технологических процессов на стадии изготовления комплектующих и постройки образцов морской техники на базе технологий «CALS». В процессе достижения поставленной цели получены следующие результаты:

1. Выполнен анализ проблематики информационного обеспечения применительно к этапам жизненного цикла образцов морской техники.

Многие подсистемы САПР и АСУ создавались как автономные системы, не ориентированные на взаимодействие с другими АС. При этом каждая из АС успешно решает определенный круг задач отдельного этапа проектирования изделий или помогает принимать решения по отдельным этапам ЖЦИ. Но задачи взаимодействия АС разных производителей и их подсистем зачастую не рассматривались и не ставились. Языки и форматы представления данных в разных программах не были согласованными, например, данные конструкторского проектирования не отвечали требованиям к входным данным для программ проектирования технологических процессов.

Стало очевидным, что без информационного взаимодействия разных АС и их подсистем эффективность автоматизации оказывается низкой, а создание многих современных сложных технических изделий – неразрешимой проблемой.

Таким образом, дальнейший прогресс в области техники и промышленных технологий оказался в зависимости от решения проблем интеграции АС путем создания единого информационного пространства управления, проектирования, производства и эксплуатации изделий. Ответом на возникшие проблемы стало создание методологии компьютерного сопровождения и информационной поддержки промышленных изделий на всех этапах их жизненного цикла. Эта методология и получила название CALS.

Технологии CALS включают в себя PLM-системы, которые важны для производства. Они значительно упрощают производство, удешевляют и ус-

коряют его, произведённую без применения CALS-технологий продукцию, в данном случае – суда и их комплектующие, просто не получится реализовать.

Но PLM-технологии упрощают не только производство изделий, но и их обслуживание вплоть до утилизации. Существенно облегчается решение проблем ремонтпригодности, интеграции продукции в различные системы и среды, адаптации к меняющимся условиям эксплуатации и т.п.

2. Разработан перечень задач по совершенствованию информационного обеспечения на стадиях изготовления комплектующих и постройки образцов морской техники.

Для судостроения необходимо совершенствовать информационное обеспечение на стадиях изготовления и обслуживания образцов морской техники. Оно должно выполнять следующие задачи:

- Все этапы обработки информации должны проходить одновременно, а не последовательно. Это сократит время ожидания полного комплекта конструкторской документации, а также избавит от нестыковок с обеспечением ресурсами и изготовлением комплектующих.
- Необходимо, чтобы технологи уже на стадии конструкторского проектирования подключались к процессу, для этого им нужны 2-D, 3-D модели, конструкторская документация.
- Необходимы системы, позволяющая управлять как данными, так и процессами разработки изделия на современном производственном предприятии или в группе предприятий. Также эти системы должны следить за большими, постоянно меняющимися массивами данных, обобщать такие технологии, как управление инженерными данными, управление документами, управление информацией об изделии, управление техническими данными, управление изображениями, и другие системы, которые позволяют всесторонне определить конкретное изделие и управлять им.

Такие системы должны управлять жизненными циклами изделий, помочь отслеживать каждое изделие и учесть разнообразные требования, на них можно возложить управление данными в едином для разных автоматизированных систем информационном пространстве и им необходимы модули:

- исследования рынка;
- проектирования, планирования, создания продуктов и рабочих процессов;
- закупки сырья, производства, проверки изделий;
- упаковки, хранения, продаж;
- технической и эксплуатационной поддержки;
- обеспечения взаимодействия между различными системами, интеграции их в общее информационное поле;
- утилизации

Со всеми этими задачами прекрасно справляются PLM-системы.

Для обеспечения информационной интеграции CALS использует стандарты IGES и STEP в качестве форматов данных. В CALS входят также стандарты электронного обмена данными, электронной технической документации и руководства для усовершенствования процессов.

Система управления данными об изделии (PDM) - это инструментальное средство, которое помогает администраторам, конструкторам, инженерам, технологам и другим специалистам управлять как данными, так и процессами разработки изделия на современном производственном предприятии или в группе предприятий-смежников. Системы PDM следят за большими, постоянно обновляющимися массивами данных и инженерно-технической информации, необходимыми на этапах проектирования, производства или строительства. Системы PDM обобщают такие технологии, как управление инженерными данными, управление документами, управление информацией об изделии, управление техническими данными, управление изображениями,

и другие системы, которые позволяют всесторонне определить и управлять конкретным изделием.

PLM-системы, управляющие жизненными циклами продуктов в целом, предоставляют более «широкий» функционал и, собственно, включают в себя PDM. Управление изделиями — ключевой, но не единственный блок PDM, и в разнице возможностей и состоит их принципиальное различие. PLM предоставляет много дополнительных «опций» — например, создание схем утилизации отходов производства — и несколько иной взгляд на бизнес.

Наличие PLM-систем позволяет организовать виртуальное производство. Теперь неважно, где находится конструктора, а где — станки, PLM-системы обеспечат актуальной информацией всех, кому она потребуется.

Именно поэтому возникают ВК с сетевой структурой, где каждый доступен для каждого, а функции руководящих менеджеров ограничиваются организацией совместной работы, подбором персонала, обучением.

3. Разработаны предложения по внедрению информационных технологий «CALS» (PLM-систем) и оценены перспективы использования указанных технологий применительно к образцам морской техники.

На предприятиях, внедряющих PLM-системы, необходимо провести анализ существующих на предприятиях бизнес-процессов и их реинжиниринг в соответствии с концепцией CALS

Решение данной задачи необходимо для программирования подсистемы автоматического распределения потока работ (PLM-системы) и включает в себя:

- определение границ использования PLM – системы на этапе внедрения и в перспективе
- уточнение перечня информационных объектов, которые будут находиться под управлением PLM- системы

- выявление этапов ЖЦ, определение наименований этапов и критериев перехода с этапа на этап
- выявление и формальное описание бизнес-процессов ЖЦ для каждого из объектов производства
- анализ полученной информации и предложения по реинжинирингу бизнес-процессов на основе использования CASE-технологий

PLM – это концепция, которую использует руководство предприятия для достижения каких-то целей.

С точки зрения глобальных бизнес-целей производственного предприятия (имеющего собственные конструкторские подразделения) можно выделить две основных цели менеджмента:

- Уменьшение себестоимости разрабатываемой продукции
- Сокращение времени выхода на рынок новых изделий

Важно то, какими методами достигаются эти цели. Основным инструментом достижения этих целей и является PDM-система.

PLM-системы позволяют существенно сократить срок изготовления комплектующих и постройки образцов морской техники, системы управления жизненными циклами изделий позволяют создать контролируемую среду распространения информации, в которой можно сохранить все идеи и документы, которые в дальнейшем будут доступны по первому требованию строго определённого регламентами кругу лиц. Использование PLM-системы позволяет избавиться от ненужной дублирующейся информации. Внесение в PLM-систему информации о более ранних разработках позволяет повторно использовать идеи, успешно зарекомендовавшие себя на предыдущих проектах.

Для технической поддержки изделия обеспечивается взаимодействие между географически распределёнными участниками жизненного цикла из-

деля, что становится неременным условием, с которым успешно справляется PLM-система.

Применение CALS-технологий в масштабах судостроительной промышленности РФ, создающей наукоемкую продукцию и, в первую очередь, продукцию военного назначения позволит:

- * Создать дополнительные возможности для ускорения модернизации кораблей.

- * Осуществить переход на безбумажную технологию проектирования, изготовления, сбыта и эксплуатации корабля.

- * Повысить конкурентоспособность российского судостроения на мировом рынке за счет сокращения цены корабля, сокращения сроков вывода новых образцов техники на мировой рынок.

- * Преобразовать существующие бизнес-процессы в высокоавтоматизированные и интегрированные процессы управления жизненным циклом корабля.

- * Создать единое информационное пространство (ЕИП) и единые способы информационного взаимодействия заказчиков, поставщиков, экипажа и ремонтников корабля.

По мнению экспертов, 75% расходов в структуре себестоимости национального валового продукта кроется в организации управления ресурсами. Оптимизация этих расходов за счет процессной организации управления производством и перевода большинства процессов во взаимосвязанные процедуры, осуществляемые в реальном режиме времени, позволит высвободить до 60% расходов из структуры себестоимости промышленной продукции. Современные ИТ предоставляют такие возможности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Юдин Ю.А. Использование информационного обеспечения жизненного цикла судовых двигателей внутреннего сгорания в дипломном и курсовом проектировании: учебно-методическое пособие по выполнению курсового и дипломного проектирования. СПб. СПГУВК, 2012, 65 с.
2. Левин А.И., Давыдов А.Н., Барабанов В.В. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России. — М.: НИЦ CALS-технологий «Прикладная логистика», 2002.
3. Р50-1-031-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции: Терминологический словарь. Часть 1. Стадии жизненного цикла продукции. Госстандарт РФ. — М., 2001.
4. Р50-1-028-2001. Информационные технологии поддержки жизненного цикла продукции. Методология функционального моделирования. Госстандарт РФ. — М., 2001.
5. Концепция развития ИПИ-технологий в промышленности России. — М., ВИМИ. 2002.
6. Судов Е.В., Кутин А.А. ИПИ-технологии и качество машин // Справочник. Инж. журн. Приложение. - 2005. - N 9. - С.19-21.
7. Е. П. Истомина, А. Г. Соколов. Теория организации: системный подход. СПб. ООО «Андреевский издательский дом», 2011.
8. Сайт <http://www.i2r.ru>
9. Сухов С.А. Современная стратегия производства промышленных изделий // Современные проблемы создания и эксплуатации радиотехнических систем: тр. 4 Всерос. науч.-практ. конф. (с участием стран СНГ), Ульяновск, 5-6 окт. 2004. - Ульяновск: УлГТУ, 2004. - С.135-137.
10. Сайт <http://www.9001-2001.ru>
11. Сайт <https://www.weekit.ru/industrial/article/detail.php?ID=157955>
12. Тациян Г.О. CALS-технология как основа создания системы автоматизированного менеджмента конкурентоспособности наукоемкой продукции // Автоматизация и современные технологии. - 2008. - N 5. - С.20-23. - Библиогр.: 3 назв.
13. Тихонов А.Н. ИПИ-технологии на предприятиях оборонно-промышленного комплекса // Управление качеством. - 2008. - N 3. - С.41-45.
14. Сайт <http://constructor.ru/solutions/967/>

15. Сайт <http://www.tadviser.ru/index.php/PLM>
16. Сайт <http://plmpedia.ru/wiki>
17. Аведьян А. SolidWorks - Russia: системный подход к системной интеграции // САПР и графика. - 2004. - N 5. - С.23-28.
18. Гамидов Г.С., Гамидова Г.Г., Тепсаев А.Н. CALS-технологии в задачах системного управления машиностроительными инновационными проектами // Инновации. - 2009. - N 2(124). - С.96-101. - Библиогр.: 4 назв.
19. Тарасов А.П. Система информационной поддержки жизненного цикла вооружения и военной техники. Вопросы стандартизации // ИТПП. - 2006. - N 4. - С.26-29. - Библиогр.: 8 назв.
20. Токарев Д.В., Яхричев В.В. Вопросы внедрения систем обеспечения жизненного цикла изделия (PLM) // Вузовская наука - региону: материалы 3 Всерос. науч.-техн. конф., 23 февр. 2005. Т.1. - Вологда: ВоГТУ, 2005. - С.194-196.